

Definizione e attuazione di interventi per l'efficientamento e il risparmio energetico a servizio di musei e siti archeologici e monumentali di particolare rilevanza a valere sulle linee di attivita' 2.2 e 2.5 del Programma operativo Interregionale "Energie rinnovabili e risparmio energetico" (FESR) 2007-2013



Programma Operativo Interregionale
ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO
2007 - 2013

Una scelta illuminata



MUSEO ARCHEOLOGICO DI SCOLACIUM - ROCCELLETTA DI BORGIA (CZ)



MINISTERO
PER I BENI E
LE ATTIVITÀ
CULTURALI



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

INVITALIA



ATTIVITÀ TECNICHE

INVITALIA

ATTIVITÀ PRODUTTIVE

Invitalia Attività Produttive S.p.A.
VIA PIETRO BOCCANELLI 30 - 00138 - ROMA

DIRETTORE TECNICO:
Dott. Ing. MASSIMO MATTEOLI

COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE : Dott. Ing. ENRICO FUSCO

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA :

Dott. Arch. LORENZO ANNONI
Dott. Arch. GIULIA LEONI

COLLABORATORI:

Sig. PATRIZIA FOGLI
Dott. Arch. TERESA VINCENTI
Dott. Arch. CAROLINA GNECCO
Geom. LUIGINO D'ANGELANTONIO

STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE :

Dott. FEDERICA MERINGOLO

COLLABORATORI:

Dott. ERNESTO BERNARDO

PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA :

Dott. Ing. PIERLUIGI ROSATI

COLLABORATORI:

Dott. Ing. DONATA FRULLANI
Dott. Ing. MASSIMO LOBINA
Dott. Ing. OSVALDO PITTORRI
P.I. MAURIZIO PASCUCCHI
Sig. LUIGI MAGGI
Sig. ENNIO REGNICOLI
P.I. MASSIMO MATTIONI
Dott. Ing. CHRISTIAN GASBARRI

COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE :

Dott. Ing. FERRUZZI ANDREA

COLLABORATORI:

Dott. Ing. LORENZO MORRA

PROGETTAZIONE STRUTTURALE :

Dott. Ing. LETTERIO SONNESSA

COLLABORATORI:

Slg.ra PATRIZIA FOGLI

RELAZIONE GEOLOGICA:

Dott. Geologo MARCO DI PILLO

- PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO -

ELABORATO

Impianti Elettrici


Relazione tecnica e
di calcolo impianti elettrici

REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI
---	---	---
---	---	---
---	---	---

	DATA	NOME	FIRMA
REDATTO		LOBINA	
VERIFICATO		ROSATI	
APPROVATO	Luglio 2013	MATTEOLI	
DATA	07/2013	IE-01	
SCALA	VARIE		
CODICE FILE	057BORGIA03-D4E-RT-01.dwg		

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 1/43

1	PREMESSA	3
2	NORME TECNICHE E LEGGI DI RIFERIMENTO	3
3	SOSTITUZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI.....	9
3.1	CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI CALCOLO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	12
4	IMPIANTO DI CONTROLLO DELL'ILLUMINAZIONE NELLE SALE ESPOSITIVE	14
5	REALIZZAZIONE DI NUOVA CABINA ELETTRICA DI CONSEGNA.....	16
6	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	20
6.1	DESCRIZIONE DEI CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI	20
6.1.1	Gli aspetti energetici	20
6.1.2	Gli aspetti impiantistici e di sicurezza.....	22
6.2	PROGETTAZIONE.....	23
6.2.1	Dati di progetto	23
6.2.2	Descrizione dell'impianto fotovoltaico	24
6.2.3	Generatore fotovoltaico	24
6.2.4	Gruppo di conversione DC/AC	25
6.2.5	Sezione interfaccia rete.....	26
6.2.6	Quadri elettrici in corrente continua	27
6.2.7	Criteri di scelta e dimensionamento dei componenti principali: moduli, inverter e quadri elettrici.....	27
6.2.8	Moduli fotovoltaici	28
6.2.9	Inverter.....	29
6.2.10	Quadri elettrici	30
6.2.11	Sistema di ancoraggio.....	31
6.2.12	Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini	32
6.3	SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE.....	33

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 2/43

6.4	RELAZIONE DI CALCOLO	35
6.4.1	Producibilità annua	35
6.4.2	Verifica del corretto accoppiamento elettrico tra il generatore fotovoltaico ed il gruppo di conversione DC/AC.	38
6.4.3	Quadro delle prestazioni richieste	41
7	IMPIANTI ELETTRICI A SERVIZIO DEGLI IMPIANTI MECCANICI	42
8	ALLEGATO I - CALCOLI ILLUMINOTECNICI EDIFICIO MUSEO	43

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 3/43

1 PREMESSA

Lo scopo della presente relazione è quello di definire e descrivere gli impianti elettrici previsti nel progetto di efficientamento energetico del del Museo Archeologico di Scolacium presso Roccelletta di Borgia (CZ).

In particolare verranno realizzati i seguenti interventi:

- la sostituzione dei corpi illuminanti a soffitto presenti nelle sala esposizione, nella sala multimediale, nella sala conferenze e negli uffici con corpi illuminanti a LED a basso consumo;
- l'installazione dei rivelatori di presenza e illuminamento nelle sale espositive;
- la distribuzione dell'alimentazione all'interno della nuova centrale termica;
- nuovo quadro elettrico della centrale termica (QE CT);
- nuovo quadro elettrico QGBT nella cabina elettrica di distribuzione;
- nuova cabina elettrica di consegna di media tensione secondo norma CEI 0-16;
- Nuovo impianto fotovoltaico.

Nelle pagine seguenti vengono descritti in modo particolareggiato gli interventi oggetto dell'appalto.

2 NORME TECNICHE E LEGGI DI RIFERIMENTO

A titolo indicativo si richiamano le principali norme utilizzate nella redazione dei progetti. Tale elenco non è da ritenersi esaustivo ma puramente indicativo.


CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici

CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 4/43

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems CEI EN 60529 (70-1)

Gradi di protezione degli involucri (codice IP)

CEI 23-22 canale portatavi per quadri elettrici;

CEI 23-26 tubi per installazioni elettriche;

CEI 23-32 sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori;

CEI 20-21 calcolo delle portate dei cavi elettrici

CEI 20-22 e varianti, prove di incendio su cavi elettrici;

CEI 20-27 cavi per energia e segnalamento;

CEI 20-36 prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici.

CEI 20-19/1 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V –

Parte 1: Prescrizioni generali

CEI 20-19/4 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4:

Cavi flessibili

CEI 20-19/9 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9:

Cavi unipolari senza guaina, per installazione fissa, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi CEI 20-19/10 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750

V – Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR e sotto guaina di poliuretano

CEI 20-19/11 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte

11: Cavi flessibili con isolamento in EVA

CEI 20-19/12 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte

12: Cavi flessibili isolati in EPR resistenti al calore

CEI 20-19/13 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 470/750 V – Parte


13: Cavi unipolari e multipolari, con isolante e guaina in mescola reticolata, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi

CEI 20-19/14 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750V –

Parte 14: Cavi per applicazioni con requisiti di alta flessibilità

CEI 20-19/16 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte

16: Cavi resistenti all'acqua sotto guaina di policloroprene o altro elastomero sintetico

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 5/43

equivalente

CEI 20-20/1 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI 20-20/3 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 3: Cavi senza guaina per posa fissa

CEI 20-20/4 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi con guaina per posa fissa

CEI 20-20/5 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 5: Cavi flessibili

CEI 20-20/9 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi senza guaina per installazione a bassa temperatura

CEI 20-20/12 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili resistenti al calore

CEI 20-20/14 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V - Parte 14: Cavi flessibili con guaina e isolamento aventi mescole termoplastiche prive di alogeni

CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria


CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata

CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione

CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente

CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV

CEI EN 50086-1 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 6/43

generali

CEI EN 50086-2-1 (23-54) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori

CEI EN 50086-2-2 (23-55) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori

CEI EN 50086-2-3 (23-56) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

CEI EN 50086-2-4 (23-46) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati

CEI EN 50262 (20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche

CEI EN 60423 (23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori

CEI EN 60439-1 (17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

CEI EN 60439-3 (17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD

CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems - Terms and symbols CEI EN 50380 (82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici

CEI EN 60891 (82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento

CEI EN 60904-1 (82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione

CEI EN 60904-2 (82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per le celle solari di riferimento

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 7/43

CEI EN 60904-3 (82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento

CEI EN 61173 (82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida

CEI EN 61215 (82-8) Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo

CEI EN 61646 (82-12) Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

CEI EN 61277 (82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida

CEI EN 61345 (82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61701 (82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61724 (82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati

CEI EN 61727 (82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete

CEI EN 61829 (82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V

CEI EN 61683 (82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza


CEI EN 62093 (82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali

CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo

CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria

CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 8/43

CEI 0-16, Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica

CEI EN 50110-1 (11-48) Esercizio degli impianti elettrici

CEI EN 50160 (110-22) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

UNI 8477 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta

UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario

UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione

CEI EN 60146-1-1 (22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali

CEI EN 60146-1-3 (22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori

CEI UNI EN 45510-2-4 Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

Legge n°186 del 1° marzo 1968, articoli n° 1 e 2;

Tabelle di unificazioni elettriche CEI/UNEL;

DM 22/01/2008 n°37 “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.;


Prescrizioni dei Vigili del Fuoco;

Prescrizioni generali ENEL;

D.P.R. 380/01;

D.P.R. 22/10/2001 n°462 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.”

Indipendentemente da quanto indicato, gli impianti dovranno essere conformi a tutte le norme,

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 9/43

leggi e regolamenti vigenti al momento dell'installazione delle opere.

3 SOSTITUZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI

E' prevista la sostituzione dei corpi illuminanti presenti ad incasso nel controsoffitto nella sale espositive dell'edificio Museo, nella sala multimediale dell'edificio Museo, nella sala conferenze dell'edificio ex Frantoio e negli uffici dell'edificio ex Frantoio con corpi illuminanti con lampada a LED a basso consumo. Nei suddetti locali verranno riutilizzati i cavi di alimentazione attualmente presenti e, nelle aree nel quale è presente il controsoffitto, eventualmente adattati i fori nei quali verranno incassati i corpi illuminanti. Le caratteristiche tecniche dei corpi illuminanti previsti:

Sale Espositive - Sala Multimediale



Materiale:	Alluminio pressofuso;
Montaggio:	Incasso a soffitto;
Dimensioni:	Ø 226 mm - H 146 mm;
Peso (kg):	2,27;
Puntamento:	Fisso;
Descrizione delle lampade:	24W LED warm white;
Diffusione del fascio:	Wide Flood;
Gruppo di alimentazione:	Incorporato;
Tensione di alimentazione (V):	230;

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 10/43

Classe di isolamento:

Classe II.

Uffici edificio Museo



Materiale:

Lamiera di acciaio zincato;

Montaggio:

Ad incasso nel controsoffitto;

Dimensioni:

L 596 mm - D 596 mm - H 20 mm;

Peso (kg):

3,5;

Descrizione delle lampade:

43W LED White;

Ottica:

dark light ad alveoli a doppia parabolicità;

Gruppo di alimentazione:

Incorporato;

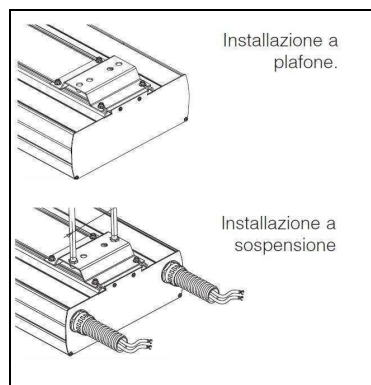
Tensione di alimentazione (V):

230;

Classe di isolamento:

Classe I.

Uffici edificio ex Frantoio



		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 11/43

Materiale:	Alluminio estruso ;
Montaggio:	a plafone o a sospensione;
Dimensioni:	1500x282 mm - H 95 mm;
Lampade:	26W LED white;
Alimentazione (V):	230;
Classe di isolamento:	Classe I;
Grado di protezione:	IP40

Sala conferenze edificio ex Frantoio



Materiale:	Alluminio pressofuso;
Montaggio:	A sospensione;
Dimensioni:	Ø 400 mm - H 460 mm;
Peso (kg):	3,2;
Lampade:	40W LED white;
Alimentazione (V):	230;
Classe di isolamento:	Classe I.

Corridoi e servizi edificio ex Frantoio

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 12/43



Materiale:	Policarbonato;
Montaggio:	A plafone;
Dimensioni:	Ø 392 mm - H 133 mm;
Peso (kg):	0,70;
Lampade:	20W LED white;
Alimentazione (V):	230;
Grado di Protezione:	IP 65.

3.1 Criteri di progettazione e di calcolo dell'impianto di illuminazione

I calcoli illuminotecnici sono stati eseguiti valutando l'illuminamento medio a seguito della sostituzione dei corpi illuminanti con corpi illuminanti a LED a basso consumo. L'illuminamento medio in base al nuovo tipo di lampade e alla loro disposizione è stato determinato seguendo il metodo punto-punto.

Il metodo punto-punto consiste nel calcolo dell'illuminamento prodotto in una serie di punti all'interno dell'ambiente dalle varie sorgenti luminose considerate singolarmente.

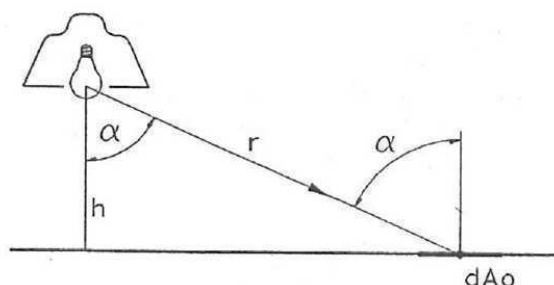
E' il metodo che viene utilizzato ogni qual volta si ha una disposizione non uniforme dei centri luminosi ed è il metodo su cui si basano gli algoritmi dei programmi di calcolo.

Le espressioni di calcolo si differenziano in base al tipo di sorgente:

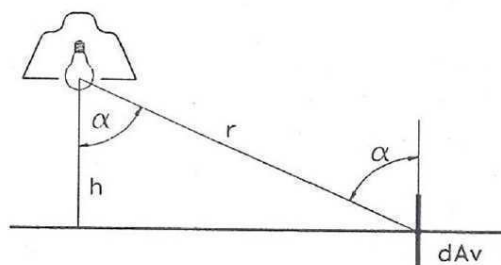
- puntiforme;
- lineare;
- estesa.

Si farà riferimento a sorgenti puntiformi; possono essere definite tali se le distanze tra esse ed i punti da illuminare risultano grandi rispetto alle dimensioni delle sorgenti stesse (almeno 5 volte maggiori della dimensione più grande della sorgente).

Illuminamento in un punto P nei due casi: piano orizzontale e verticale, dove h è l'altezza della lampada sul piano utile, I_α è l'intensità luminosa emessa dall'apparecchio illuminante, in genere fornita dal costruttore al variare dell'angolo α .




illuminamento nel piano orizzontale



illuminamento nel piano verticale

$$E_o = \frac{d\Phi}{dA} = I_\alpha \cdot \frac{dA \cos \alpha}{r^2 dA} = I_\alpha \cdot \frac{\cos \alpha}{r^2} = I_\alpha \cdot \frac{\cos^3 \alpha}{h^2}$$

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 14/43

$$E_v = I_{\alpha} \cdot \frac{\cos^2 \alpha \sin \alpha}{h^2}$$

Per N apparecchi:

$$E = \sum_{i=1}^N \frac{I_{\alpha_i}}{H^2} \cos^3 \alpha_i$$

Si allega alla presente relazione (allegato I) i calcoli illuminotecnici eseguiti nelle sale espositive dell'edificio Museo.

4 IMPIANTO DI CONTROLLO DELL'ILLUMINAZIONE NELLE SALE ESPOSITIVE


Nell'ambito della ottimizzazione dei consumi energetici verrà installato un sistema di controllo che permetterà l'accensione e lo spegnimento dei circuiti luce in maniera automatizzata. Nella sala espositiva tale sistema verrà realizzato con rivelatori di movimento.

I rilevatori di movimento sono strumenti che aumentano l'efficienza energetica degli impianti elettrici nei quali vengono installati. Questi dispositivi, infatti, adattano il consumo di energia elettrica alle reali necessità d'illuminazione. La soglia crepuscolare impostabile permette di selezionare quando, per l'utente, la luce naturale non è più sufficiente e quindi deve essere accesa la luce artificiale.

La regolazione del ritardo allo spegnimento consente di limitare al massimo gli sprechi, dando la possibilità di impostare per quanto tempo la luce deve rimanere accesa in assenza di persone nell'angolo di rilevamento.

Ciò significa accendere la luce solo quando la luce del sole non è sufficiente e solo per il tempo in cui si è presenti nell'ambiente.

La chiusura del contatto avviene per il periodo di tempo impostato e solo se il livello di luminosità scende sotto la soglia impostata.

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 15/43

I rivelatori verranno inseriti direttamente nei circuiti di potenza.

Ogni area potrà, indipendentemente dagli altri, essere acceso o spento in funzione del comando proveniente dal sensore.

I principali vantaggi utilizzando tale sistema si possono riassumere nei seguenti punti:

1. Sensibile riduzione dei consumi energetici, il sistema consente una drastica riduzione dei consumi energetici. L'obiettivo è eliminare lo spreco di energia attivando l'accensione automatica dei corpi illuminanti in modo intelligente: il sistema fornisce la luce necessaria, al momento giusto e nell'ambiente dove è richiesta.

2. Riduzione dei costi operativi: di gestione e di manutenzione dell'impianto.

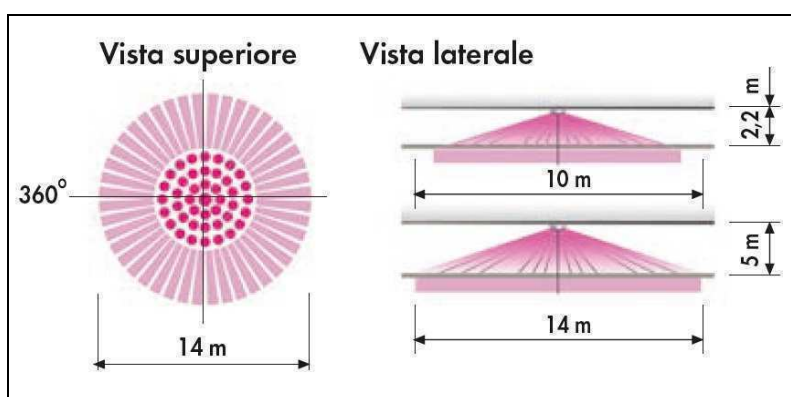
3. Sostenibilità ambientale: riducendo i consumi, il sistema consente una significativa riduzione delle emissioni di gas inquinanti nell'atmosfera.

4. Rispetto delle direttive: il sistema consente di rispettare le Direttive obbligatorie in merito alle prestazioni energetiche degli edifici, rendendo l'edificio conforme ai nuovi criteri di efficienza energetica.

Le caratteristiche tecniche dei rivelatori di presenza sono:

- Installazione incasso a controsoffitto;
- Alimentazione 230V 50Hz;
- Rele 16 A;
- Diametro foro d'installazione Ø 68mm;
- Carico massimo di illuminazione lampade:
 - lampade incandescenza 2000W;
 - lampade fluorescenti 1000VA CFL 8;
- Angolo di rilevamento 360°;
- Distanza di rilevamento max 14 m;
- Regolazione della soglia crepuscolare 5 – 1000 Lux;
- Regolazione del ritardo alla spegnimento 3 sec – 40 min;
- Classe di isolamento II;
- Dimensioni (DxP) Ø 86 x 76.

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 16/43



Campo di azione del rivelatore di movimento

5 REALIZZAZIONE DI NUOVA CABINA ELETTRICA DI CONSEGNA

È prevista la realizzazione di una nuova cabina di consegna dell'energia elettrica di media tensione. Attualmente è presente una cabina elettrica all'interno del perimetro nella quale avviene sia la consegna che la trasformazione e all'interno della quale vi sono anche gli apparati dell'ente distributore. Gli interventi sul sistema di media tensione del sito si sono resi necessari per garantire la rispondenza dei sistemi alla norma CEI 0-16 e ai regolamenti di fornitura delle utenze in media dell'ente distributore, in previsione della necessaria richiesta di variazione dell'allaccio in qualità di utente attivo a seguito della realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico.

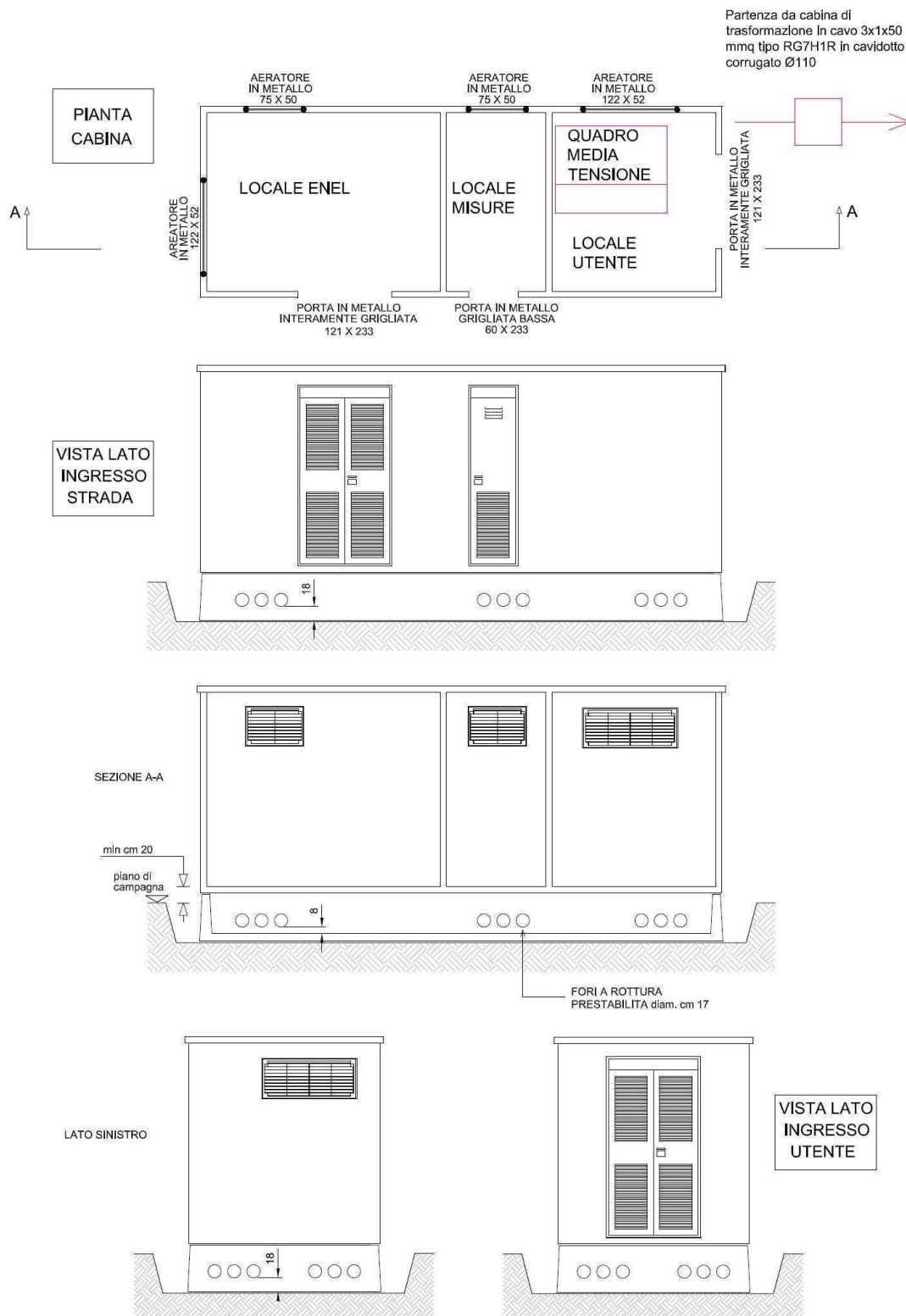
La nuova cabina di consegna sarà realizzata con un prefabbricato suddiviso in 3 vani:

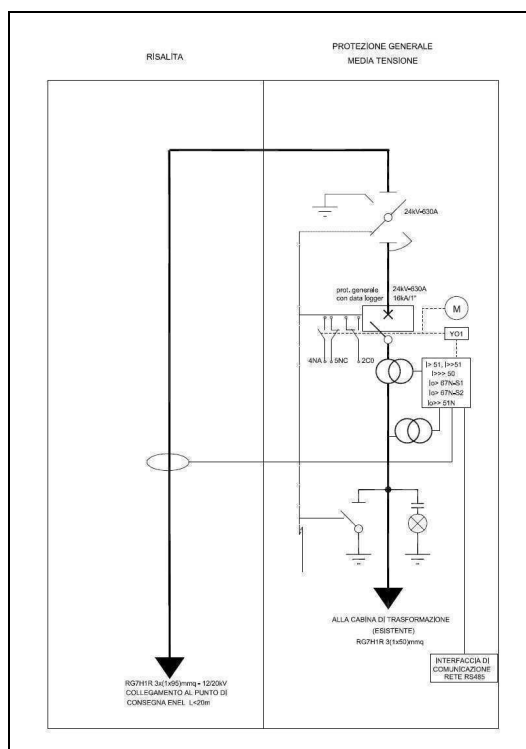
- vano ENEL;
- vano misure;

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 17/43

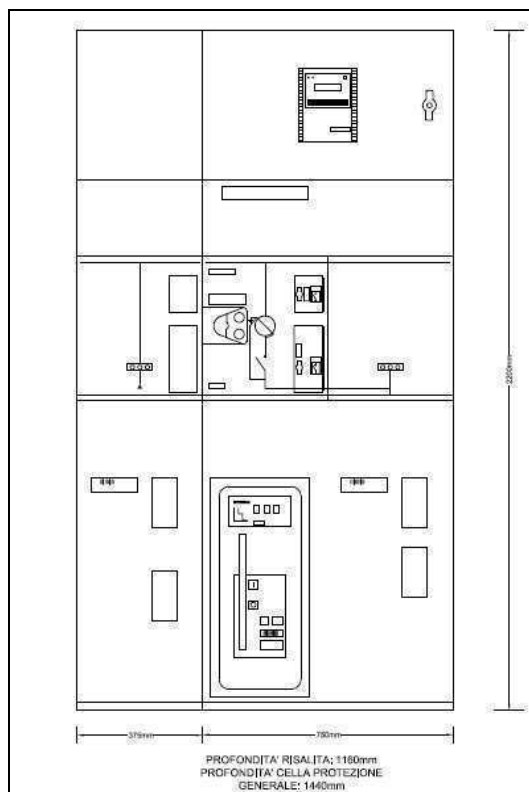
- vano utente.

Il vano ENEL e il vano misure avranno ingresso dall'esterno del perimetro del complesso, mentre il vano utente avrà ingresso dall'interno del perimetro. Il vano ENEL sarà di uso esclusivo dell'ente distributore, nel quale installerà i suoi apparati, mentre il vano misure, nel quale verranno installati i contatori di energia, sarà usufruibile sia dall'ente distributore che dall'utente. Il vano utente sarà di uso esclusivo dell'utente e in tale vano verranno installati gli apparati di media tensione di utente, in particolare lo scomparto risalita barre e lo scomparto con interruttore magnetotermico di arrivo alimentazione generale da ENEL a norma CEI 0-16.






Schema elettrico QE MT



Fronte quadro QE MT

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 20/43

L'alimentazione del nuovo quadro MT verrà realizzata attraverso l'installazione del cavo RG7H1R 3(1x95)mm² proveniente dal sezionatore MT che verrà installato dall'ente distributore. Il nuovo quadro MT alimenterà a sua volta il quadro elettrico attualmente esistente nella cabina di trasformazione in cavo RG7H1R 3(1x50)mm² in un cavidotto corrugato interrato di nuova realizzazione.

6 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Nell'area retrostante la cabina elettrica è previsto un impianto fotovoltaico grid connected di potenza nominale pari a 24,84 kW che verrà collegato al quadro elettrico generale di bassa tensione (QGBT) a valle dei trasformatori MT/BT. L'impianto elettrico sarà collegato alla rete di media tensione perciò l'impianto fotovoltaico immetterà energia elettrica nella rete di media tensione del gestore quando non verrà utilizzata dall'impianto elettrico stesso.

6.1 Descrizione dei criteri utilizzati per le scelte progettuali


Le scelte progettuali hanno riguardato i tre aspetti della progettazione di un impianto fotovoltaico, ovvero gli aspetti energetici, gli aspetti impiantistici e di sicurezza.

6.1.1 Gli aspetti energetici

L'impianto fotovoltaico di potenza nominale¹ di 24,84 kW sarà collegato ad una fornitura elettrica Trifase in MT a tensione nominale di 20 kV con una potenza impegnata di circa 150 kW ed un consumo annuale medio di circa 116.195 kWh (dati 2010).

Non sarà necessario adeguare la fornitura elettrica in quanto la potenza nominale dell'impianto fotovoltaico è inferiore alla potenza impegnata della fornitura stessa.

¹ La potenza nominale di un impianto fotovoltaico è intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurate in condizioni di test standard (STC).

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 21/43

Producibilità

Dal punto energetico, il criterio utilizzato nella scelta dell'esposizione del generatore fotovoltaico² è quello di massimizzare la quantità di energia solare raccolta su base annua. Generalmente, l'esposizione ottimale si ha scegliendo per i moduli un orientamento a Sud ed una inclinazione rispetto al piano orizzontale leggermente inferiore³ al valore della latitudine del sito di installazione.

Generalmente tutti i moduli fotovoltaici devono avere la stessa esposizione. Qualora questa condizione non potrà essere ottenuta a causa di vincoli di natura architettonica, dovranno essere messe in atto soluzioni impiantistiche atte ad evitare conseguenti perdite di mismatching.

Nel caso dell'impianto in oggetto, il generatore fotovoltaico presenta un'unica esposizione (angolo di tilt, e angolo di azimuth uguale per tutti i moduli fotovoltaici), ovvero:

Esposizione del generatore fotovoltaico:

Azimuth : 45 °


Tilt : 30°

Inoltre, per ridurre le perdite di energia sul generatore fotovoltaico e quindi massimizzare la produzione di energia, sono state fatte le seguenti scelte progettuali:

- Al fine di smaltire agevolmente il calore prodotto dai moduli causato dall'irraggiamento solare diretto, e quindi di limitare le perdite per temperatura, si è favorita la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie su cui essi sono posati.
- Le caratteristiche elettriche dei moduli (corrente di cortocircuito e corrente alla massima potenza) che fanno parte della stessa stringa dovranno essere, per quanto possibile, simili tra loro in modo da limitare le perdite di potenza per mismatching corrente.
- Le caratteristiche elettriche delle stringhe (tensione a vuoto e tensione alla massima potenza) che fanno parte dello stesso campo fotovoltaico dovranno essere, per quanto possibile, simili tra loro in modo da limitare le perdite di potenza per mismatching di tensione.

² Insieme dei moduli fotovoltaici e relative strutture di sostegno di un impianto fotovoltaico.

³ Tipicamente da 5° a 10° in meno della latitudine, in funzione del rapporto tra la radiazione annua diffusa e quella diretta del sito.

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 22/43

- La scelta della tensione del generatore fotovoltaico è stata fatta in modo da ridurre le correnti in gioco e quindi le perdite di potenza per effetto Joule.

Considerazioni inerenti l'affidabilità (e di conseguenza la producibilità) dell'intero impianto fotovoltaico hanno indotto la scelta della conversione CC/CA decentralizzata basata su 3 inverter anziché uno. In questo modo l'eventuale guasto di un convertitore non coinvolgerà la produzione di tutto l'impianto ma solo quella del subcampo corrispondente.

6.1.2 Gli aspetti impiantistici e di sicurezza

Interfacciamento con la rete

L'impianto dovrà essere connesso alla rete elettrica di distribuzione pubblica e dovrà erogare l'energia prodotta a tensione Trifase alternata di 400 V, con frequenza 50 Hz, nei limiti di fluttuazione previsti dalle vigenti norme tecniche. Al fine di salvaguardare la qualità del servizio elettrico ed evitare pericoli per le persone e danni per le apparecchiature, l'impianto sarà dotato di un idoneo sistema di protezione di interfaccia (SPI) per il collegamento alla rete.

Inoltre, al fine di non iniettare correnti continue nella rete elettrica l'impianto sarà dotato di una separazione metallica tra la sezione DC e la sezione AC o, in alternativa, disporrà di una protezione elettromeccanica equivalente.

La scelta del SPI e del sistema atto ad evitare l'immissione di correnti continue in rete verrà fatta in conformità alla normativa applicabile CEI 11-20 e CEI 0-16.

Scelta della tensione DC

La tensione del generatore fotovoltaico (tensione DC) è stata scelta in base al tipo di moduli e di inverter che si prevede verranno utilizzati. In particolare, poiché la tensione DC è influenzata dalla temperatura delle celle e dall'irraggiamento solare, per un corretto accoppiamento tra generatore fotovoltaico e gruppo di conversione, la tensione del generatore fotovoltaico è stata scelta in modo che le sue variazioni siano sempre contenute all'interno della finestra di tensione ammessa dagli inverter.

Inoltre, si è scelta una tensione DC in modo che il suo valore massimo non superi mai la tensione massima di sistema del modulo fotovoltaico, pena la distruzione del modulo stesso. Il valore

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 23/43

massimo della tensione DC si ha in condizioni di alto irraggiamento solare, bassa temperatura di cella e in condizioni di circuito aperto.

6.2 Progettazione


6.2.1 Dati di progetto

I dati di progetto sono di seguito riportati e riguardano, il sito di installazione, i dati sulla fornitura elettrica e sull'impianto utilizzatore in corrente alternata e sulla presenza o meno di corpi ombreggianti.

Sito d'installazione	
Località	Borgia
Indirizzo	Via Scylletion - Roccelletta di Borgia
Latitudine	38,828°
Longitudine	16,511°
Altitudine	341 metri
Irraggiamento globale sul piano orizzontale	1619,43 kWh/m ²
Dati di irraggiamento	UNI 10349
Albedo	20%
Dati relativi al vento e al carico di neve	Da DM 16 Gennaio 1996 e successive modifiche ed integrazioni

L'impianto fotovoltaico verrà collegato ad un impianto utilizzatore servito da una fornitura elettrica avente le seguenti caratteristiche:

Fornitura elettrica	
Gestore di rete	ENEL
Fornitura	MT
Tipologia	Trifase
Tensione di alimentazione	20 kV
Potenza contrattuale	100 kW
Consumo annuo medio	116.000 kWh (dato anno 2010)

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 24/43

6.2.2 Descrizione dell'impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 24,84 kW verrà collegato alla rete elettrica di distribuzione in Media tensione Trifase in corrente alternata di tipo Trifase a 20 kV di competenza dell'ENEL. Le caratteristiche d'impianto sono riassunte di seguito, in particolare in figura 1 è riportato lo schema elettrico unifilare d'impianto. In esso si distinguono:

Il generatore fotovoltaico composto da:

- 6 stringhe di 18 moduli collegati in serie;
- Il gruppo di conversione formato da 3 inverter Trifase;
- Il sistema di protezione di interfaccia esterno all'inverter e certificato;
- Il gruppo di protezione.


6.2.3 Generatore fotovoltaico

Sarà costituito da:

- moduli fotovoltaici connessi in serie per la formazione delle stringhe;
- strutture di supporto dei moduli;

Di seguito vengono riportate le caratteristiche del generatore fotovoltaico e dei suoi componenti principali, ovvero stringhe e moduli.

Caratteristiche elettriche del Generatore fotovoltaico	
Potenza nominale	24,84 kWp
Numero moduli fotovoltaici	108
Superficie captante	176,04 m ²
Numero di stringhe	6
Tilt, Azimuth	30°, 45°
Tensione massima in STC (Voc)	655,2 V
Tensione alla massima potenza in STC (Vm)	531 V
Corrente di corto circuito in STC (Isc)	16,66 A

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 25/43

Corrente alla massima potenza in STC (Im)	15,64 A
---	---------

Il generatore fotovoltaico della potenza nominale di 24,84 kW utilizza la configurazione serie-parallelo (S-P) e sarà suddiviso in 6 stringhe di moduli collegati in serie. Di seguito si elencano le composizioni delle stringhe dell'impianto.


Caratteristiche elettriche delle stringhe	
Numero moduli fotovoltaici in serie	18
Potenza nominale	4,14 kW
Tensione a circuito aperto (Voc)	655,2 V
Corrente di corto circuito (Isc)	8,33 A
Corrente alla massima potenza (Im)	7,82 A

Dati costruttivi dei Moduli:

Dati costruttivi dei moduli	
Tecnologia	Silicio Policristallino
Potenza nominale	230 W
Tolleranza	2,5%
Tensione a circuito aperto (Voc)	36,4 V
Tensione alla massima potenza (Vm)	29,5 V
Corrente di corto circuito (Isc)	8,33 A
Corrente alla massima potenza (Im)	7,82 A
Superficie	1,63 m ²
Efficienza	14,1%

6.2.4 Gruppo di conversione DC/AC

Il gruppo di conversione dell'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da 3 inverter

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 26/43

Trifase per una potenza nominale complessiva di circa 24,84 kW. Ciascun inverter sarà costituito da un ponte di conversione DC/AC e da un insieme di componenti quali dispositivi di protezione contro guasti interni e contro le sovratensioni, e da filtri che rendono il gruppo idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete elettrica in corrente alternata in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. per aumentare l'efficienza operativa d'impianto, l'inverter non avrà un trasformatore di isolamento.


Le principali caratteristiche tecniche dell'inverter/degli inverter sono di seguito riassunte.

Dati costruttivi dell'inverter	
Potenza nominale	8 kW
Potenza massima	9,3 kW
Efficienza massima	98%
Efficienza europea	96,2%
Tensione massima da PV	1000 V
Minima tensione Mppt	350 V
Massima tensione Mppt	800 V
Massima corrente in ingresso	25 A
Tensione di uscita	230 V
Uscita	Trifase
Trasformatore di isolamento	False
Frequenza	50 Hz
Certificazioni	

6.2.5 Sezione interfaccia rete

La sezione di interfaccia rete conterrà il sistema di protezione di interfaccia (SPI), il dispositivo di interfaccia (DI) e il sistema di misura dell'energia prodotta.

Il sistema di protezione di interfaccia (SPI), costituito essenzialmente da relé di frequenza e di

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 27/43

tensione, è richiesto, secondo la norma CEI 11-20, a tutela degli impianti del Gestore di Rete in occasione di guasti e malfunzionamenti della rete pubblica durante il regime di parallelo.

Nel caso dell'impianto in oggetto, il sistema di protezione di interfaccia (SPI) e il dispositivo di interfaccia (DI) sono installati sul lato BT dell'impianto. Inoltre, il sistema di protezione di interfaccia (SPI) e dispositivo di interfaccia (DI) sono esterni all'inverter, e sono conformi alla normativa applicabile: norme CEI 11-20 e CEI 0-16.

Il sistema di misura dell'energia elettrica prodotta sarà collocato all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in alternata, resa disponibile alle utenze elettriche del soggetto responsabile. Il Titolare dell'impianto fotovoltaico sarà responsabile dell'installazione e della manutenzione del sistema di misura dell'energia prodotta nonché del servizio di misura dell'energia prodotta.


6.2.6 Quadri elettrici in corrente continua

L'impianto fotovoltaico è costituito da 3 quadri di campo così costituiti:

Composizione quadro elettrico	
Numero di ingressi	2
Max corrente per ciascun ingresso	8,33 A
Max tensione ingresso	730,876 V
Max corrente uscita	16,66 A
Dispositivo in ingresso	Sezionatore con fusibili
Corrente nominale del dispositivo in ingresso	10 A
Corrente nominale del dispositivo in uscita	25 A
Scaricatori	40kA

6.2.7 Criteri di scelta e dimensionamento dei componenti principali: moduli, inverter e quadri elettrici

In questo paragrafo verranno illustrati i criteri di scelta e di dimensionamento, nonché le caratteristiche elettriche e dimensionali dei principali componenti dell'impianto, ovvero dei

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 28/43

moduli fotovoltaici, degli inverter, dei quadri elettrici e delle condutture elettriche.

6.2.8 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici sono stati scelti in base alle seguenti specifiche tecniche:


- utilizzare la tecnologia del Silicio Policristallino;
- essere in classe II ed avere una tensione di isolamento superiore a 1000 V
- essere accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta posta sul retro del modulo che riportano le principali caratteristiche elettriche secondo la norma CEI EN 50380;
- dovranno avere caratteristiche elettriche, per quanto possibile, simili fra loro (soprattutto la corrente nominale), in modo da limitare le perdite elettriche per mismatch. In assenza di queste informazioni, il criterio di scelta è quello di scegliere moduli con piccole tolleranze sulla potenza nominale ($\leq 3\%$);
- essere dotati di diodi di by-pass per garantire la continuità elettrica della stringa anche con danneggiamento o ombreggiamenti di una o più celle;
- avere una cassetta di terminazione con grado di protezione IP 65 da cui dipartono i cavi a loro volta dotati di connettori ad innesto rapido tipo multicontact;
- avere una potenza nominale sufficientemente elevata in modo da ridurre i cablaggi elettrici
- dotati di certificazione emessa da un laboratorio accreditato che certifichi la rispondenza del prodotto alla normativa applicabile;
- avere una garanzia di prodotto contro difetti di fabbricazione e di materiale di almeno 2 anni;
- avere una garanzia sul decadimento delle prestazioni tale per cui il costruttore del modulo garantirà che la potenza nominale del modulo dopo 20 anni non sarà inferiore all' 80% della potenza nominale indicata dal costruttore all'atto dell'acquisto del modulo stesso;
- avere il numero di serie e il nome del costruttore indelebili e ben visibili;
- essere provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, per facilitare le operazioni di montaggio;
- avere una tensione massima di sistema superiore a 1000 V.

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 29/43

6.2.9 Inverter

Gli inverter sono stati scelti e dimensionati in base alle seguenti caratteristiche:

- La potenza complessiva degli inverter dovrà essere superiore al 90 % della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico.
- Essere a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a “sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale”, in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20.
- Dovranno operare in modalità MPPT (Maximum Power Point Tracking)
- Ingressi in continua preferibilmente gestibili con poli non connessi a terra ("floating"), ovvero come sistemi IT.
- Presentare preferibilmente un isolamento galvanico tra generatore fotovoltaico e rete
- Disporre di un dispositivo per controllo continuo dell'isolamento verso terra, lato dc, conforme alle prescrizioni CEI per gli impianti gestiti con sistema IT (CEI 64-8). Eventualmente tale protezione può essere esterna
- Disporre di filtri di ingresso per contenimento eventuale ripple di tensione e corrente su generatore fotovoltaico.
- Avere una efficienza europea superiore al 93% se trattasi di inverter con trasformatore di isolamento, o superiore al 95 % in assenza di tale trasformatore.
- Disporre di filtri in uscita per limitare le armoniche di corrente e contenere i disturbi indotti sulla rete, in conformità alle norme CEI applicabili (EMC).
- Rispondere alle norme applicabili in materia di EMC
- Avere un controllo del fattore di potenza della corrente di uscita su valori prescritti (norma CEI 11-20) con eventuale sistema di rifasamento lato ca, ove risulti necessario.
- Poter funzionare in modo automatico (avviamento, modalità MPPT e spegnimento automatico

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 30/43

- Possibilità di funzionamento in sovraccarico (eventualmente con funzione di limitazione della corrente).
- Possibilità di operare in condizioni di temperatura gravose (protezione mediante limitazione di potenza nel caso in cui i dispositivi di potenza raggiungano temperature elevate)
- Avere protezioni e dispositivi per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20.
- Essere protetto contro guasti interni.
- Essere protetto contro fulminazioni indirette (presenza di scaricatori lato DC e AC)
- Avere il marchio CE.
- Disporre di una certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alle norme applicabili, compresi i documenti tecnici dei Distributori relativamente all'interfacciamento con la rete pubblica.
- Avere un grado di protezione (IP) compatibile con le condizioni di installazione prevista in fase di progettazione.

Inoltre, gli inverter verranno scelti in modo tale che il campo di variazione delle tensioni e delle correnti lato DC sia compatibile con i valori di tensione e corrente erogate dal campo fotovoltaico a cui verranno connessi, in qualsiasi condizioni di irraggiamento e temperatura ambiente. La verifica di tale compatibilità verrà fatta nel capitolo “calcoli preliminari”.

Analogamente, i valori di tensione e frequenza in uscita dagli inverter saranno compatibili con la rete AC alla quale l'impianto fotovoltaico sarà connesso.

6.2.10 Quadri elettrici

I quadri elettrici dovranno avere un grado di protezione IP idoneo alla tipologia di installazione (IP 65 per installazioni esterne) ed essere dotati di apposita morsettiera su cui attestare i cavi entranti ed uscenti. La morsettiera dovrà essere provvista di morsetto di terra al quale collegare tutte le masse interne al quadro per il loro collegamento a terra. I quadri dovranno

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 31/43

preferibilmente essere fissati a parete e possibilmente non dovranno essere esposti alla radiazione solare diretta.


I quadri elettrici dovranno contenere i dispositivi di manovra, protezione che dovranno essere scelti in funzione delle grandezze elettriche presenti nel punto di installazione. In particolare, per la sezione in corrente continua dovranno essere utilizzati dispositivi di protezione e manovra appositamente realizzati per l'impiego in corrente continua. Non sono quindi ammessi dispositivi di protezione e manovra realizzati per l'impiego in corrente alternata a meno che il costruttore non indichi chiaramente il coefficiente di declassamento necessario per poterli utilizzare in tutta sicurezza anche in corrente continua.

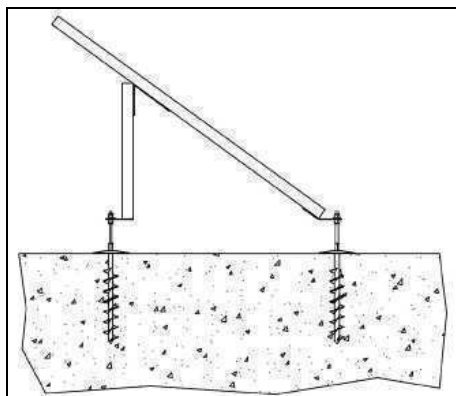
La scelta del quadro, in particolare le sue dimensioni, sarà fatta in modo che la temperatura al proprio interno non raggiunga valori tali da compromettere il buon funzionamento delle apparecchiature e dei dispositivi presenti al proprio interno. Il dimensionamento termico dei quadri sarà oggetto di progettazione esecutiva e terrà conto della resistenza termica del quadro, degli elementi presenti al loro interno che durante il normale funzionamento dell'impianto potranno dissipare potenza (dispositivi di protezione e sezionamento, comprese sbarre e cavi) e dalla massima temperatura ambiente.

I quadri elettrici dovranno infine riportare chiaramente ed in modo indelebile il nominativo del costruttore del quadro.

6.2.11 Sistema di ancoraggio

Il sistema di ancoraggio della struttura dei moduli fotovoltaici verrà realizzato attraverso dei paletti di fondazione a vite elicoidale. Tali paletti saranno realizzati in acciaio e sottoposti ad un trattamento di zincatura a caldo. Lo spessore del materiale di costruzione e la zincatura a caldo permetteranno di ottenere un prodotto con un'elevata durata nel tempo.

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 32/43



6.2.12 Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini

Il riferimento normativo in questo ambito sono le norme CEI 81-10 1/2/3/4 e CEI 82-4. Per proteggere il generatore fotovoltaico contro gli effetti prodotti da sovratensioni indotte a seguito di scariche atmosferiche verranno utilizzati scaricatori (SPD di classe II) sul lato DC da posizionare dentro i quadri di campo. Per il dettaglio si rimanda agli schemi elettrici riportati nel documento.

La scelta degli scaricatori è stata fatta in modo da rispettare la condizione:

$$U_c > 1,25 * V_{oc,genFV}$$


Dove:

U_c : è la tensione di servizio continuo dell'SPD

$V_{oc,genFV}$: è la tensione a circuito aperto @stc del generatore fotovoltaico

inoltre, il punto di installazione degli spd è stato scelto in modo che non vengano superate le distanze di protezione l_{po} e l_{pi} definite nella norma CEI 81-10/4:

- Distanza di protezione l_{po} determinata dai fenomeni di oscillazione;
- Distanza di protezione l_{pi} determinata dai fenomeni d'induzione.

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 33/43

6.3 Schema Elettrico unifilare

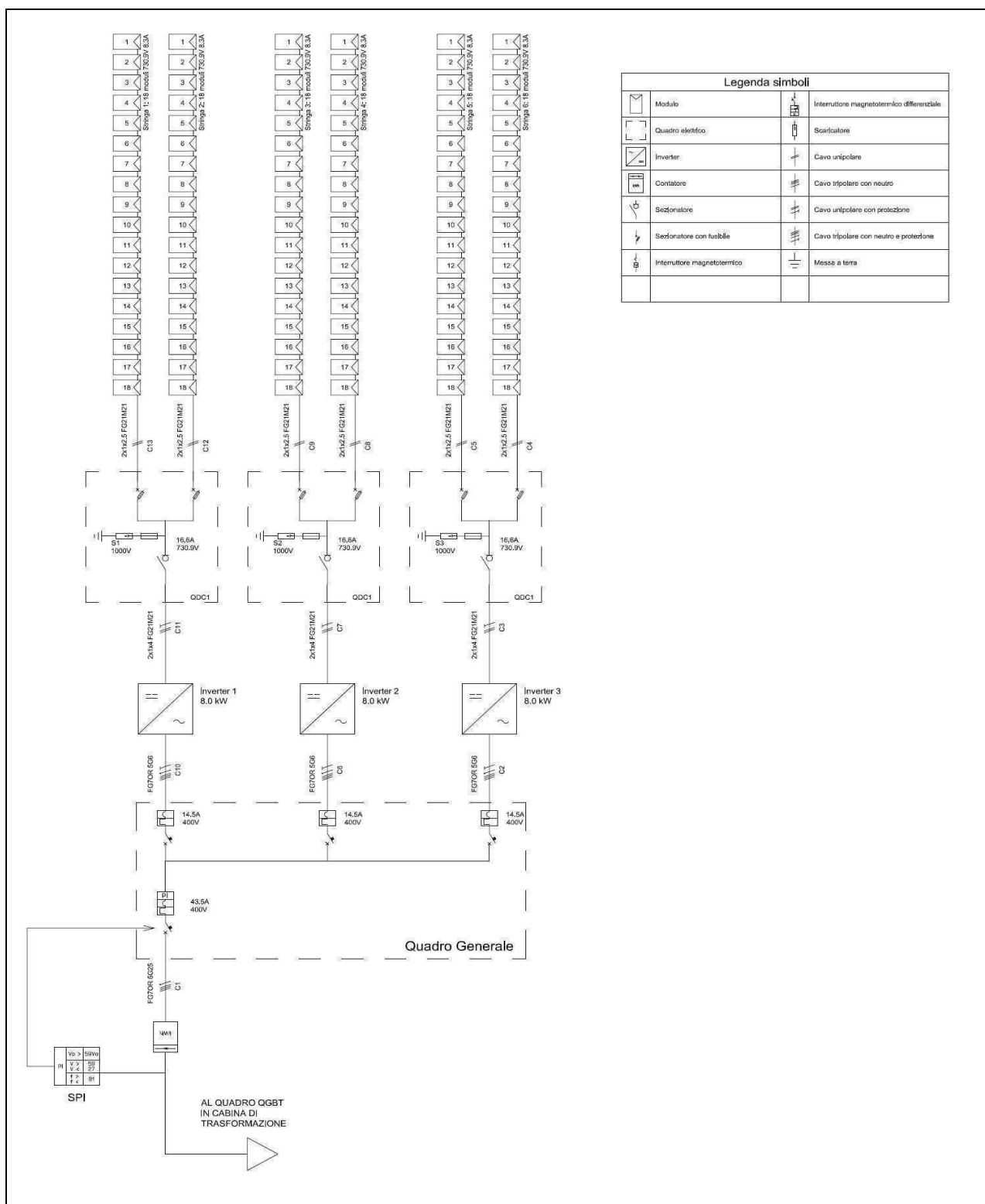


Fig.1: Schema elettrico unifilare

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 35/43

6.4 Relazione di calcolo

6.4.1 Producibilità annua

Sito di installazione

L'impianto verrà installato in località Borgia (CZ), Via Scylletion a Roccelletta di Borgia.

La tabella che segue riporta i principali dati geografici del sito di installazione.

Dati geografici del sito	
Località	Borgia
Latitudine	38,828°
Longitudine	16,511°
Altitudine	341 metri
Dati di irraggiamento	UNI 10349
Dati relativi al vento e al carico di neve	Da DM 16 Gennaio 1996 e successive modifiche ed integrazioni

La valutazione della fonte solare per la località Borgia (CZ) è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la provincia che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Borgia (CZ). La norma UNI 10349 fornisce una serie di dati climatici tra cui l'irraggiamento globale giornaliero medio mensile su piano orizzontale con le sue componenti diretto e diffuso.

Per la località in esame i valori di irraggiamento giornaliero medio mensile sono i seguenti:

 ATTIVITA' PRODUTTIVE		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 36/43

Mese	Diffuso giornaliero [kWh/m²]	Diretto giornaliero [kWh/m²]	Totale giornaliero [kWh/m²]
Gennaio	0,89	1,12	2,01
Febbraio	1,15	1,93	3,08
Marzo	1,63	1,68	3,31
Aprile	1,96	3,13	5,09
Maggio	2,12	4,15	6,27
Giugno	2,03	5,29	7,32
Luglio	1,84	5,69	7,53
Agosto	1,58	5,38	6,96
Settembre	1,59	2,70	4,29
Ottobre	1,26	2,19	3,45
Novembre	0,99	1,12	2,11
Dicembre	0,81	0,93	1,74
Annuale	543,5	1075,93	1619,43


Tenendo conto dell'irraggiamento giornaliero medio mensile e del numero di giorni di cui si compongono i dodici mesi dell'anno, è possibile determinare il valore di irraggiamento globale annuale su piano orizzontale per la località di Borgia (CZ).

Tale valore è pari a **1619,43** [kWh/m²].

Calcolo della producibilità

La producibilità dell'impianto è stata calcolata sulla base dei dati storici del sito di installazione relativi ai valori medi mensili dell'irraggiamento solare globale incidente su superficie orizzontale desunti dalla Norma UNI 10349 per la località in questione.

La procedura per il calcolo dell'energia prodotta dall'impianto tiene conto della potenza nominale dell'impianto (24,84 kW), dell'angolo di tilt e di azimut (30°, 45°) del generatore fotovoltaico, delle perdite sul generatore fotovoltaico (perdite resistive, perdite per scostamento

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 37/43

di temperatura dei moduli, per riflessione e per mismatching tra stringhe), dell'efficienza europea degli inverter nonché del coefficiente di riflettanza del suolo antistante i moduli (20%) (albedo). Pertanto, l'energia prodotta dall'impianto su base annua ($E_{p,a}$) si calcola come segue:

$$E_{p,a} = P_{nom} \times Irr \times (1 - \text{Perdite}) = 33.295,61 \text{ kWh}$$

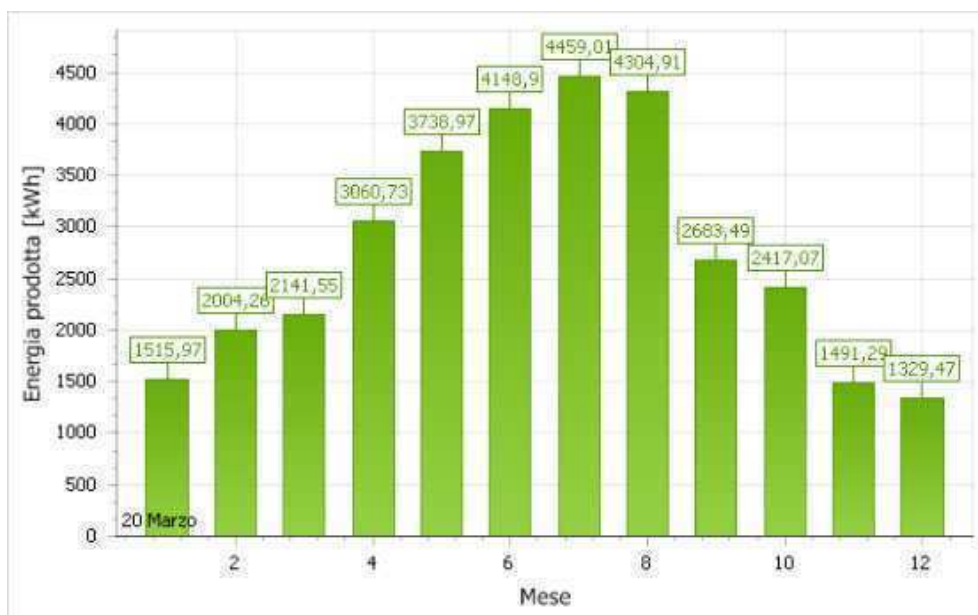
Dove:

- P_{nom} = Potenza nominale dell'impianto: 24,84 kW
- Irr = Irraggiamento annuo sul piano dei moduli: 1709,40 kWh/m²
- Perdite = Perdite di potenza: 21,59 %

Le perdite di potenza sono dovute a vari fattori. Nella tabella sottostante vengono riportati tali fattori di perdita e i relativi valori assunti dalla procedura per il calcolo della producibilità dell'impianto.

Fattori di perdita elettrica	
Perdite per aumento di temperatura dei moduli	5,00 %
Perdite di mismatch elettrico	5,00 %
Perdite resistive	4,00 %
Perdite per conversione DC/AC	3,80 %
Altre perdite	2,00 %
Perdite totali	21,59 %

Il grafico sotto indicato riporta l'andamento della produzione mensile di energia attesa nel corso dell'anno.



6.4.2 Verifica del corretto accoppiamento elettrico tra il generatore fotovoltaico ed il gruppo di conversione DC/AC.


Per poter scegliere un inverter correttamente occorre preventivamente verificare la compatibilità tra gli inverter utilizzati ed i relativi campi fotovoltaici.

Le verifiche sugli inverter si riferiscono alla sezione in corrente continua dell'impianto fotovoltaico e riguardano:

- La verifica sulla tensione DC;
- La verifica sulla corrente DC;
- La verifica sulla potenza.

Verifica sulla tensione DC

La verifica sulla tensione DC consiste nel controllare che l'insieme delle tensioni fornite dal

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 39/43

campo fotovoltaico sia compatibile con il campo di variazione della tensione di ingresso dell'inverter.

In altri termini, è necessario calcolare la tensione minima e massima del campo fotovoltaico e verificare che la prima sia superiore alla tensione minima di ingresso ammessa dall'inverter, e la seconda sia inferiore alla tensione massima di ingresso ammessa dall'inverter.

Verifica sulla corrente DC


La verifica sulla corrente DC consiste nel controllare che la corrente di cortocircuito del campo fotovoltaico sia inferiore alla massima corrente di ingresso ammessa dall'inverter.

Verifica sulla potenza

La verifica sulla potenza consiste nel controllare la potenza nominale del gruppo di conversione DC/AC (somma delle potenze nominali degli inverter) sia superiore all'80% e inferiore al 120% della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico (somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici).


Le tabelle che seguono riportano il risultato di tali verifiche.

Inverter 1	
Limiti sulla tensione	Tensione minima alla temperatura dei moduli di 70°C (433,7 V) > Tensione minima di Mppt (350 V)
Limiti sulla tensione	Tensione massima alla temperatura dei moduli di -10°C (606,68 V) < Tensione massima di Mppt (800 V)
Limiti sulla tensione	Tensione di circuito aperto alla temperatura dei moduli di -10°C (730,88 V) < Tensione massima dell'inverter (1000 V)
Limiti sulla corrente	Corrente di corto circuito (16,66 A) < Massima corrente dell'inverter (25 A)
Limiti sulla potenza	Dimensionamento in potenza (80 %) < (103%) < (120 %)

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 40/43

Inverter 2	
Limiti sulla tensione	Tensione minima alla temperatura dei moduli di 70°C (433,7 V) > Tensione minima di Mppt (350 V)
Limiti sulla tensione	Tensione massima alla temperatura dei moduli di -10°C (606,68 V) < Tensione massima di Mppt (800 V)
Limiti sulla tensione	Tensione di circuito aperto alla temperatura dei moduli di -10°C (730,88 V) < Tensione massima dell'inverter (1000 V)
Limiti sulla corrente	Corrente di corto circuito (16,66 A) < Massima corrente dell'inverter (25 A)
Limiti sulla potenza	Dimensionamento in potenza (80 %) < (103%) < (120 %)

Inverter 3	
Limiti sulla tensione	Tensione minima alla temperatura dei moduli di 70°C (433,7 V) > Tensione minima di Mppt (350 V)
Limiti sulla tensione	Tensione massima alla temperatura dei moduli di -10°C (606,68 V) < Tensione massima di Mppt (800 V)
Limiti sulla tensione	Tensione di circuito aperto alla temperatura dei moduli di -10°C (730,88 V) < Tensione massima dell'inverter (1000 V)
Limiti sulla corrente	Corrente di corto circuito (16,66 A) < Massima corrente dell'inverter (25 A)
Limiti sulla potenza	Dimensionamento in potenza (80 %) < (103%) < (120 %)

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 41/43

6.4.3 Quadro delle prestazioni richieste

In termini di energia l'impianto, tenendo conto del sito di installazione Borgia (CZ), dovrà avere una capacità produttiva teorica annua superiore a circa 1.340,40 kWh/kWp

In termini di efficienze operative DC e AC, l'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 \times P_{nom} \times Irr / I_{STC} \quad (\text{per } Irr > 600 \text{ W/m}^2)$$

$$P_{ca} > 0,9 \times P_{cc} \quad (\text{per } P_{ca} > \text{del } 90\% \text{ della potenza di targa del gruppo di conversione})$$

Dove:

P_{cc} è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 2%;

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata (in kVA) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;

P_{nom} è la potenza nominale (in kWp) del campo fotovoltaico;

Irr è l'irradianza solare (in W/m^2) misurato sul piano dei moduli con precisione migliore del 3%;

I_{STC} è l'irradianza solare in STC pari a 1000 W/m^2 .

Inoltre, al fine di assicurare il rispetto dei suddetti requisiti di efficienza operativa del generatore fotovoltaico e del gruppo di conversione dovrà essere emesso:


- la dichiarazione attestante la verifica tecnico-funzionale;
- il certificato di collaudo.

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 42/43

7 IMPIANTI ELETTRICI A SERVIZIO DEGLI IMPIANTI MECCANICI

E' prevista l'installazione degli impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici di nuova realizzazione. In particolare:

- l'installazione di un nuovo quadro elettrico a servizio della centrale termica (QE CT);
- la realizzazione della distribuzione degli impianti elettrici per l'alimentazione dei nuovi apparati e dispositivi nella centrale termica.

		057BORGIA03-D-IE-RT-01(rev 24 10 13).doc
		Rev. 0
		Pag. 43/43

8 ALLEGATO I - Calcoli illuminotecnici edificio museo



Indice

Museo parco Scolacium-Borgia	
Indice	1
Lista pezzi lampade	3
Scheda tecnica apparecchio	4
Sala esposizione 12	
Riepilogo	5
Risultati illuminotecnici	6
Rendering 3D	7
Rendering colori sfalsati	8
Superfici locale	
Superficie utile	
Isolinee (E)	9
Sala esposizione 11	
Riepilogo	10
Risultati illuminotecnici	11
Rendering 3D	12
Rendering colori sfalsati	13
Sala esposizione 10	
Riepilogo	14
Risultati illuminotecnici	15
Rendering 3D	16
Rendering colori sfalsati	17
Sala esposizione 9	
Riepilogo	18
Risultati illuminotecnici	19
Rendering 3D	20
Rendering colori sfalsati	21
Sala esposizione 8	
Riepilogo	22
Risultati illuminotecnici	23
Rendering 3D	24
Rendering colori sfalsati	25
Sala esposizione 7	
Riepilogo	26
Risultati illuminotecnici	27
Rendering 3D	28
Rendering colori sfalsati	29
Sala esposizione 6	
Riepilogo	30
Risultati illuminotecnici	31
Rendering 3D	32
Rendering colori sfalsati	33
Sala esposizione 5	
Riepilogo	34
Risultati illuminotecnici	35
Rendering 3D	36
Rendering colori sfalsati	37
Sala esposizione 4	
Riepilogo	38
Risultati illuminotecnici	39
Rendering 3D	40
Rendering colori sfalsati	41
Sala esposizione 3	

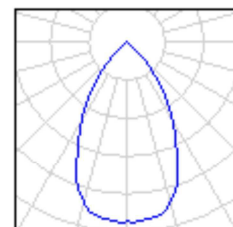
**Indice**

Riepilogo	42
Risultati illuminotecnici	43
Rendering 3D	44
Rendering colori sfalsati	45
Sala esposizione 2	
Riepilogo	46
Risultati illuminotecnici	47
Rendering 3D	48
Rendering colori sfalsati	49
Sala 1 multimediale	
Riepilogo	50
Risultati illuminotecnici	51
Rendering 3D	52
Rendering colori sfalsati	53

**Museo parco Scolacium-Borgia / Lista pezzi lampade**

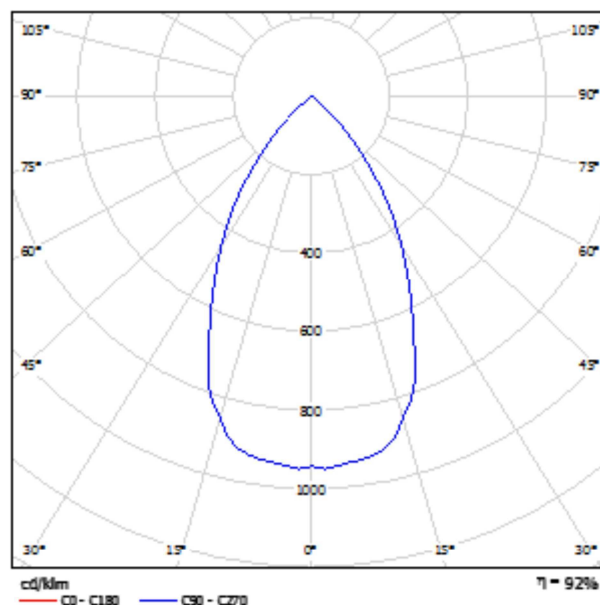
132 Pezzo corpo illuminante LED 26W

Flusso luminoso (Lampada): 1847 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 2000 lm
Potenza lampade: 26.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 92 100 100 100 93
Dotazione: 1 x LI38 (Fattore di correzione 1.000).



Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 92 100 100 100 93

Apparecchio rotondo fisso ad incasso finalizzato all'utilizzo di lampada LED. Versione con falda per installazione ad appoggio. Riflettore metallizzato con vapori di alluminio sottovuoto con strato di protezione antigraffio. Corpo in alluminio pressofuso e sistema di dissipazione passiva. Prodotto completo di gruppo LED 2000 lm in tonalità di colore warm white 3000K e driver elettronico separato dall'apparecchio. Distribuzione luminosa luce generale, con luminanza controllata (UGR<19).

- Incasso rotondo - D=226 mm H=146 mm - 24W LED 2000 lm warm white - alimentatore elettronico - ottica luce generale con luminanza controllata UGR<19 - Bianco alluminio
LI38 - Lampada LED FORTIMO DLM 2000 lm warm white

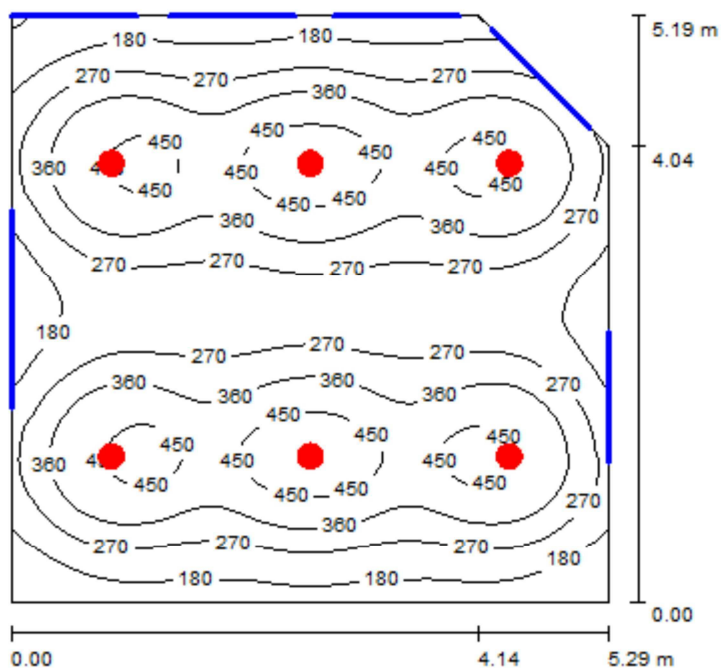
Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
α Soffitto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
α Parete		50	50	50	30	30	50	50	50	30	30
α Pavimento		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse della lampada					Linea di mira parallela all'asse della lampada				
2H	2H	18.8	17.3	16.8	17.5	17.7	18.8	17.3	16.8	17.5	17.7
	3H	18.4	17.1	16.7	17.3	17.6	18.4	17.1	16.7	17.3	17.6
	4H	18.4	17.0	16.7	17.2	17.5	18.4	17.0	16.7	17.2	17.5
	5H	18.3	16.9	16.6	17.1	17.4	18.3	16.9	16.6	17.1	17.4
	6H	18.3	16.8	16.6	17.1	17.4	18.3	16.8	16.6	17.1	17.4
4H	12H	18.2	16.7	16.6	17.0	17.3	18.2	16.7	16.6	17.0	17.3
	2H	18.4	17.0	16.7	17.2	17.5	18.4	17.0	16.7	17.2	17.5
	3H	18.2	16.7	16.6	17.0	17.3	18.2	16.7	16.6	17.0	17.3
	4H	18.2	16.6	16.5	16.9	17.3	18.2	16.6	16.5	16.9	17.3
	5H	18.1	16.4	16.5	16.8	17.2	18.1	16.4	16.5	16.8	17.2
5H	6H	18.0	16.4	16.5	16.7	17.1	18.0	16.4	16.5	16.7	17.1
	12H	18.0	16.3	16.4	16.7	17.1	18.0	16.3	16.4	16.7	17.1
	4H	18.0	16.4	16.5	16.7	17.1	18.0	16.4	16.5	16.7	17.1
	5H	18.0	16.2	16.4	16.6	17.1	18.0	16.2	16.4	16.6	17.1
	6H	17.9	16.1	16.4	16.6	17.0	17.9	16.1	16.4	16.6	17.0
12H	12H	17.9	16.0	16.3	16.6	17.0	17.9	16.0	16.3	16.6	17.0
	4H	18.0	16.3	16.4	16.7	17.1	18.0	16.3	16.4	16.7	17.1
	5H	17.9	16.1	16.4	16.6	17.0	17.9	16.1	16.4	16.6	17.0
	6H	17.9	16.0	16.3	16.6	17.0	17.9	16.0	16.3	16.6	17.0
Variazione della posizione dell'osservatore per la distanza della lampada G											
S = 1.0H		-33.3 / -33.3					-33.3 / -33.3				
S = 1.5H		-48.2 / -38.4					-48.2 / -38.4				
S = 2.0H		-48.2 / -38.1					-48.2 / -38.1				
Tabella standard		8000					8000				
Addendo di correzione		-2.4					-2.4				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 2000lm Flux luminoso d'aria											

Componenti:

• 2 x

Sala esposizione 12 / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:67

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	312	81	487	0.261
Pavimento	20	277	122	358	0.441
Soffitto	70	37	26	44	0.701
Pareti (5)	50	72	24	190	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 128 x 128 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	6	corpo illuminante LED 26W (1.000)	1847	2000	26.0
Totale:			11085	12000	156.0

Potenza allacciata specifica: $5.82 \text{ W/m}^2 = 1.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 26.80 m^2)



Sala esposizione 12 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 11085 lm
 Potenza totale: 156.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	286	26	312	/	/
Pavimento	247	30	277	20	18
Soffitto	0.00	37	37	70	8.34
Parete 1	32	35	67	50	11
Parete 2	37	35	72	50	11
Parete 3	48	36	84	50	13
Parete 4	37	36	73	50	12
Parete 5	40	33	73	50	12

Regolarità sulla superficie utile

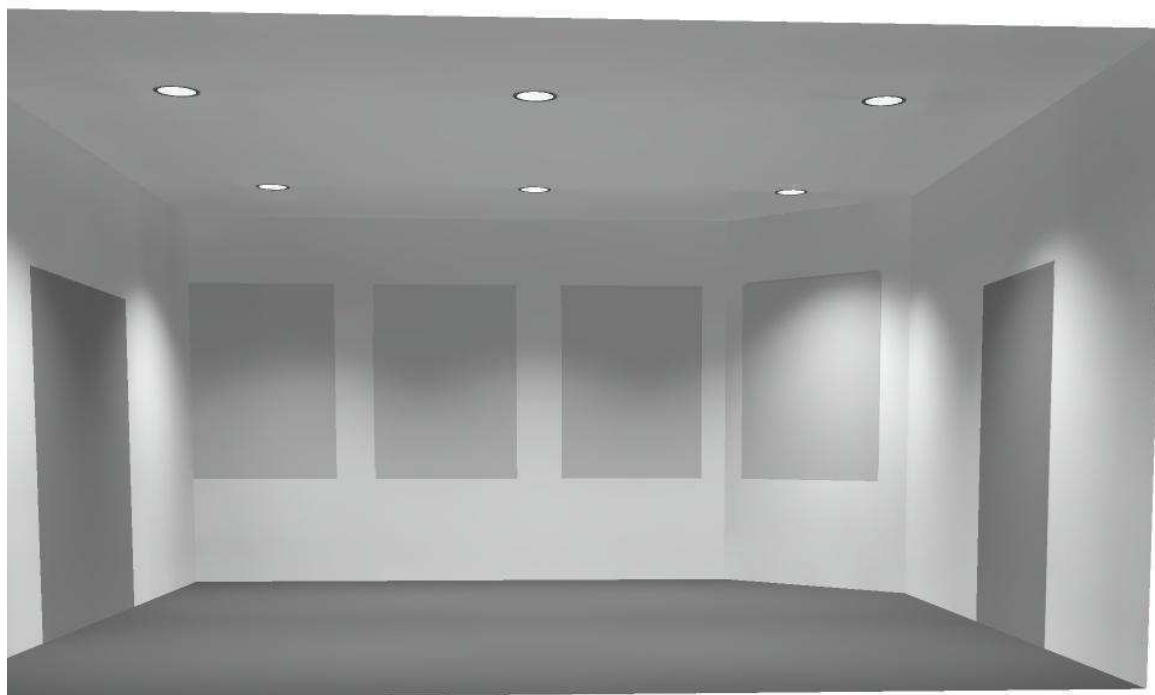
E_{\min} / E_m : 0.261 (1:4)

E_{\min} / E_{\max} : 0.167 (1:6)

Potenza allacciata specifica: $5.82 \text{ W/m}^2 = 1.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 26.80 m^2)

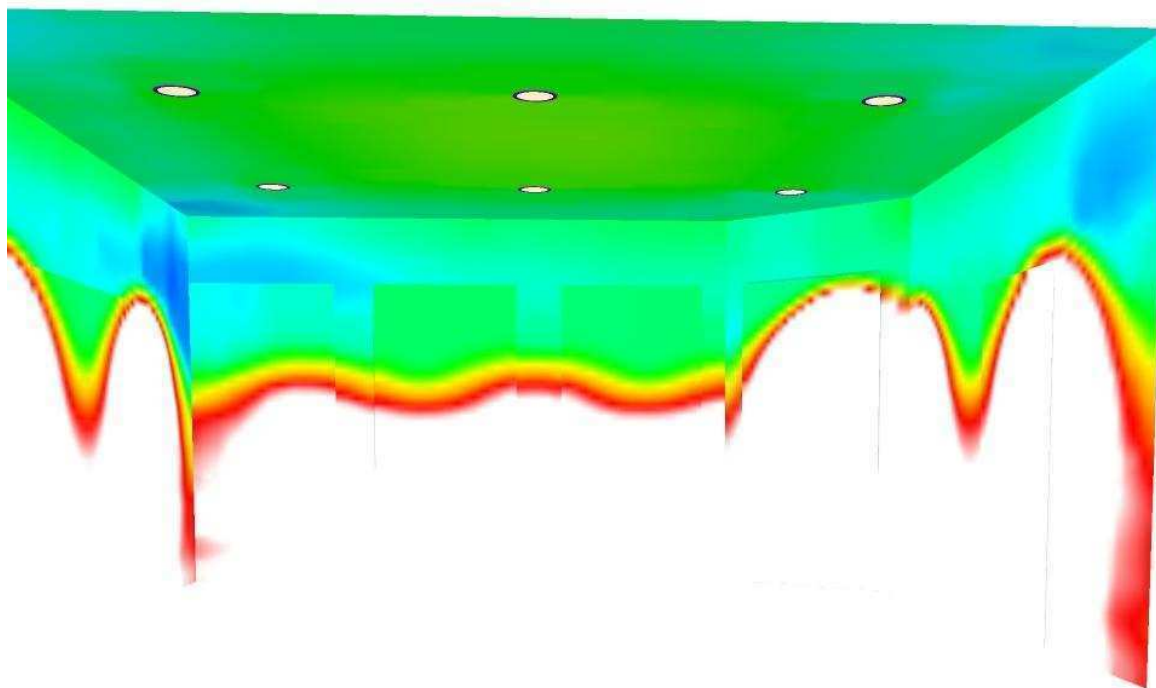


Sala esposizione 12 / Rendering 3D



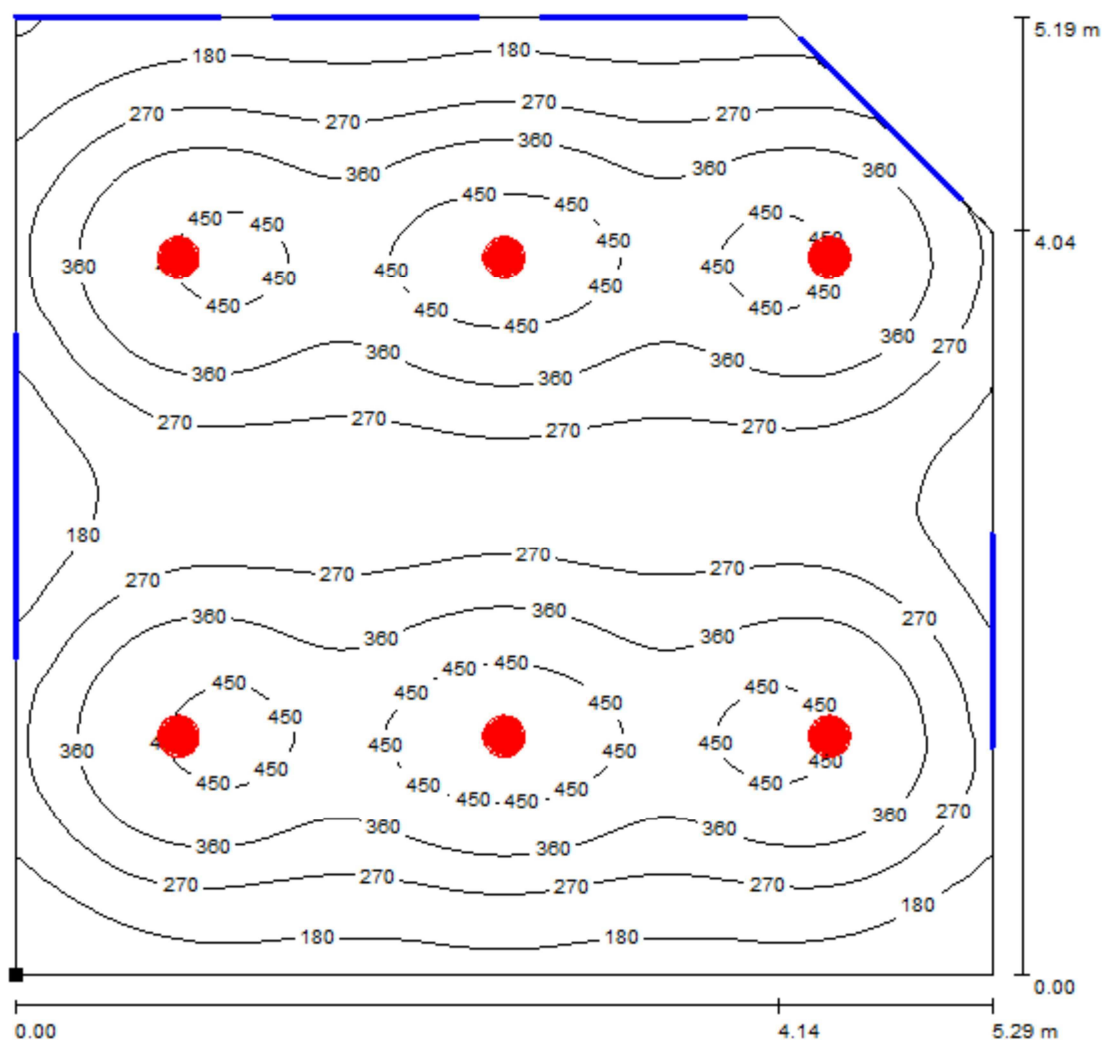


Sala esposizione 12 / Rendering colori sfalsati



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

Sala esposizione 12 / Superficie utile / Isolinee (E)

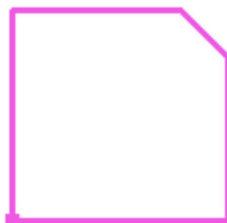


Valori in Lux, Scala 1 : 41

Posizione della superficie nel locale:

Punto contrassegnato:

(30.573 m, 14.757 m, 0.850 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

 E_m [lx]
312

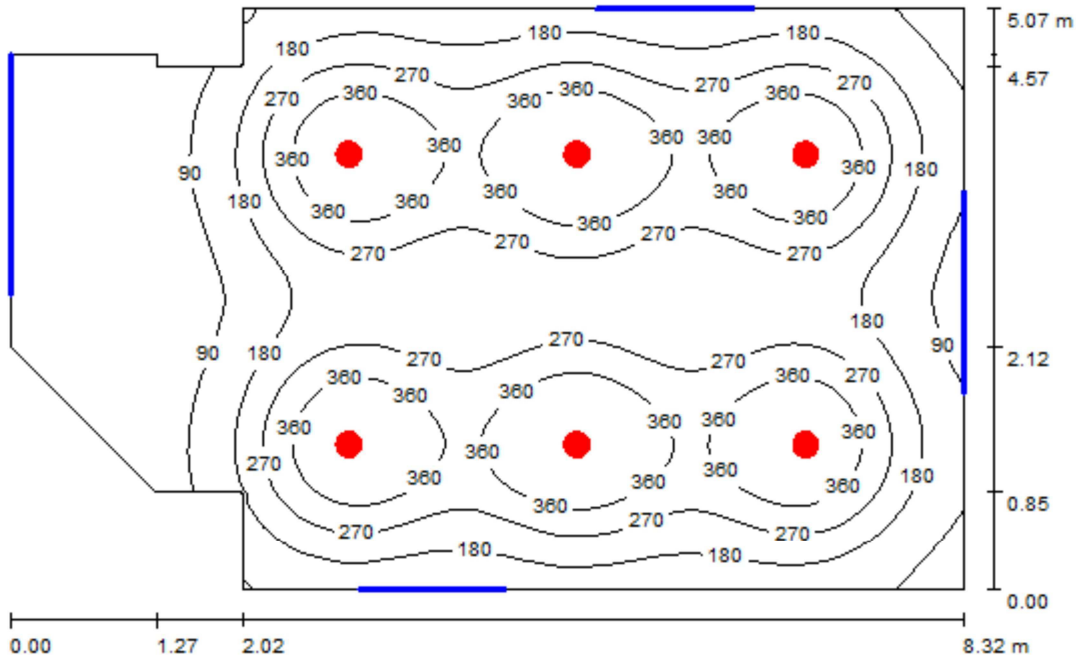
 E_{min} [lx]
81

 E_{max} [lx]
487

 E_{min} / E_m
0.261

 E_{min} / E_{max}
0.167

Sala esposizione 11 / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:66

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	232	8.27	451	0.036
Pavimento	20	212	8.89	321	0.042
Soffitto	70	29	14	39	0.465
Pareti (11)	50	44	4.94	117	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 128 x 128 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	6	corpo illuminante LED 26W (1.000)	1847	2000	26.0
Totale:			11085	12000	156.0

Potenza allacciata specifica: $4.02 \text{ W/m}^2 = 1.73 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 38.81 m^2)



Sala esposizione 11 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 11085 lm
 Potenza totale: 156.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	213	19	232	/	/
Pavimento	191	21	212	20	13
Soffitto	0.00	29	29	70	6.49
Parete 1	3.86	20	24	50	3.79
Parete 2	9.99	19	29	50	4.69
Parete 3	27	27	55	50	8.72
Parete 4	27	28	55	50	8.73
Parete 5	18	27	45	50	7.11
Parete 6	30	28	57	50	9.13
Parete 7	19	28	47	50	7.47
Parete 8	12	18	30	50	4.82
Parete 9	0.00	6.07	6.07	50	0.97
Parete 10	0.79	11	11	50	1.81
Parete 11	0.16	18	18	50	2.94

Regolarità sulla superficie utile

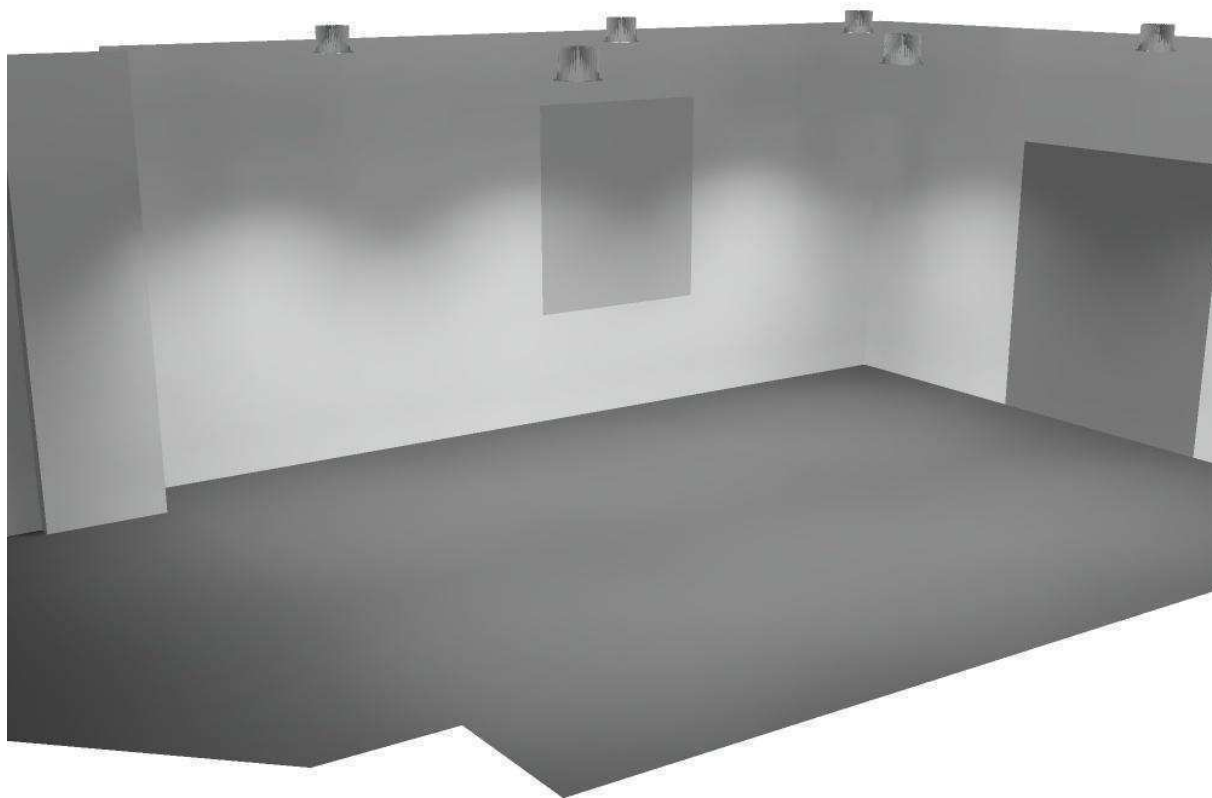
E_{\min} / E_m : 0.036 (1:28)

E_{\min} / E_{\max} : 0.018 (1:55)

Potenza allacciata specifica: $4.02 \text{ W/m}^2 = 1.73 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 38.81 m^2)

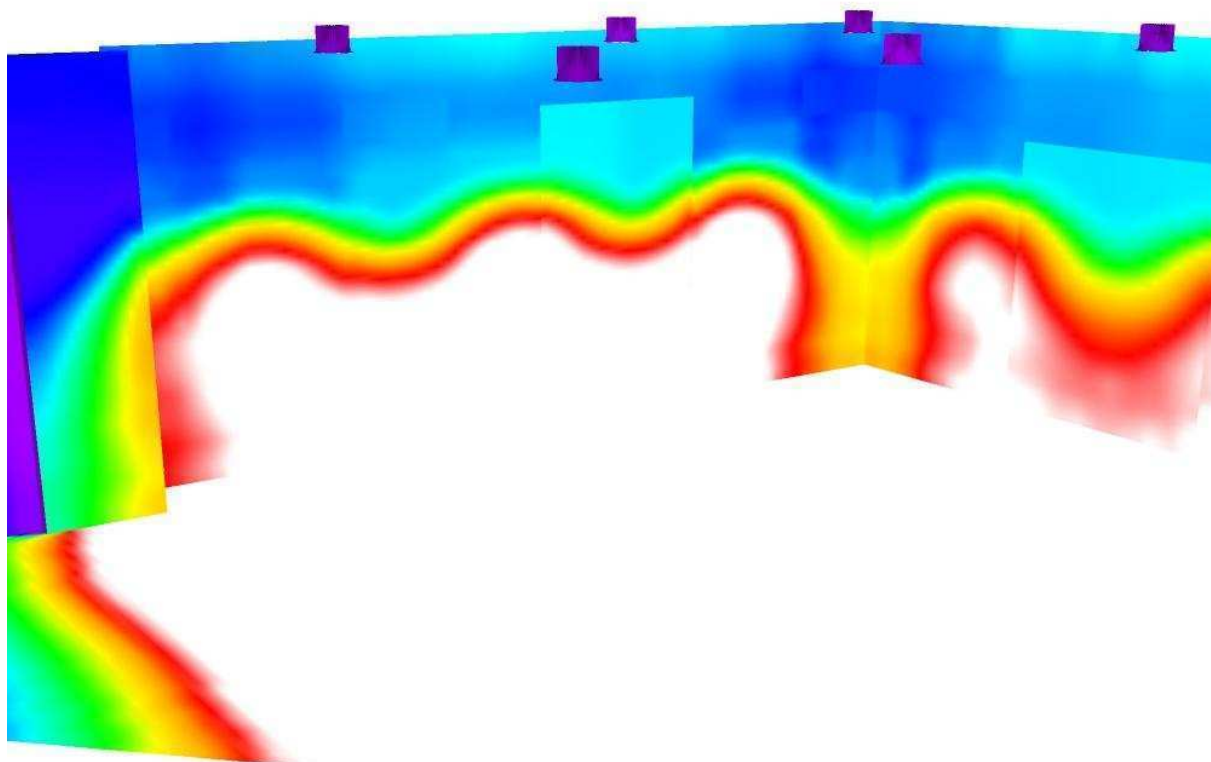


Sala esposizione 11 / Rendering 3D



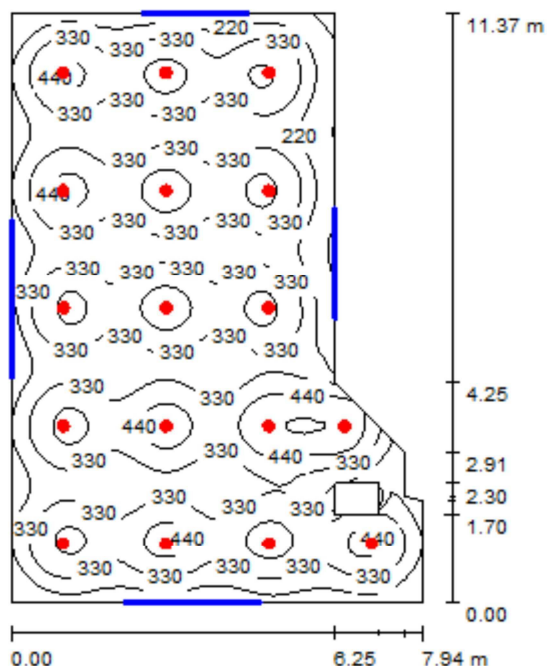


Sala esposizione 11 / Rendering colori sfalsati



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

Sala esposizione 10 / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:146

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	331	28	563	0.084
Pavimento	20	306	33	420	0.107
Soffitto	70	47	31	60	0.653
Pareti (8)	50	79	28	521	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 128 x 128 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	17	corpo illuminante LED 26W (1.000)	1847	2000	26.0
Totale:			31407	34000	442.0

Potenza allacciata specifica: $5.77 \text{ W/m}^2 = 1.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 76.57 m^2)



Sala esposizione 10 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 31407 lm
 Potenza totale: 442.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	298	33	331	/	/
Pavimento	271	35	306	20	19
Soffitto	0.00	47	47	70	11
Parete 1	38	44	82	50	13
Parete 2	40	38	78	50	12
Parete 3	33	34	68	50	11
Parete 4	30	36	66	50	11
Parete 5	91	45	136	50	22
Parete 6	24	40	64	50	10
Parete 7	36	40	75	50	12
Parete 8	38	41	79	50	13

Regolarità sulla superficie utile

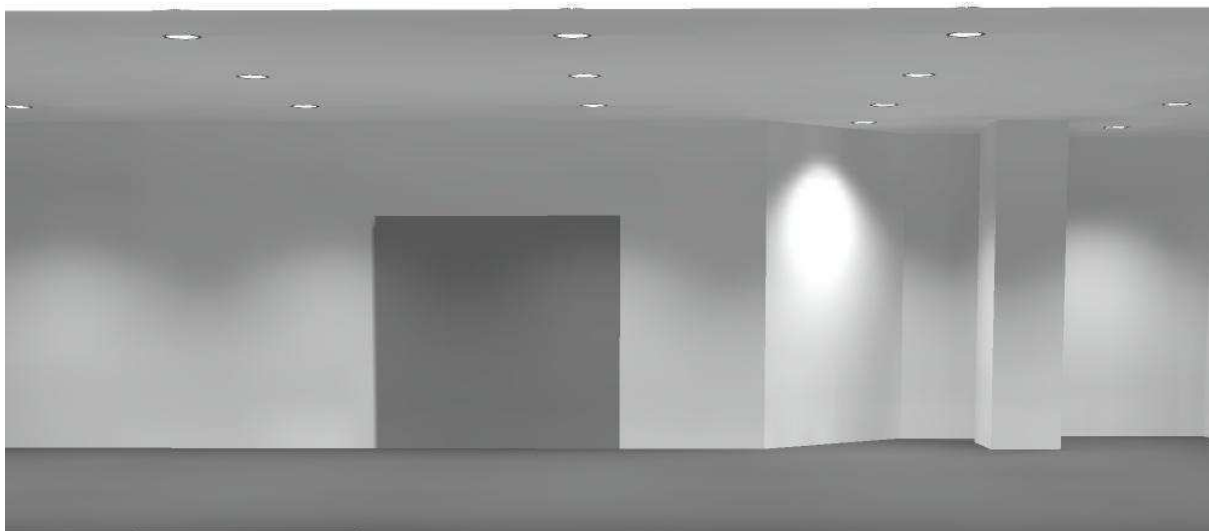
E_{\min} / E_m : 0.084 (1:12)

E_{\min} / E_{\max} : 0.049 (1:20)

Potenza allacciata specifica: $5.77 \text{ W/m}^2 = 1.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 76.57 m^2)

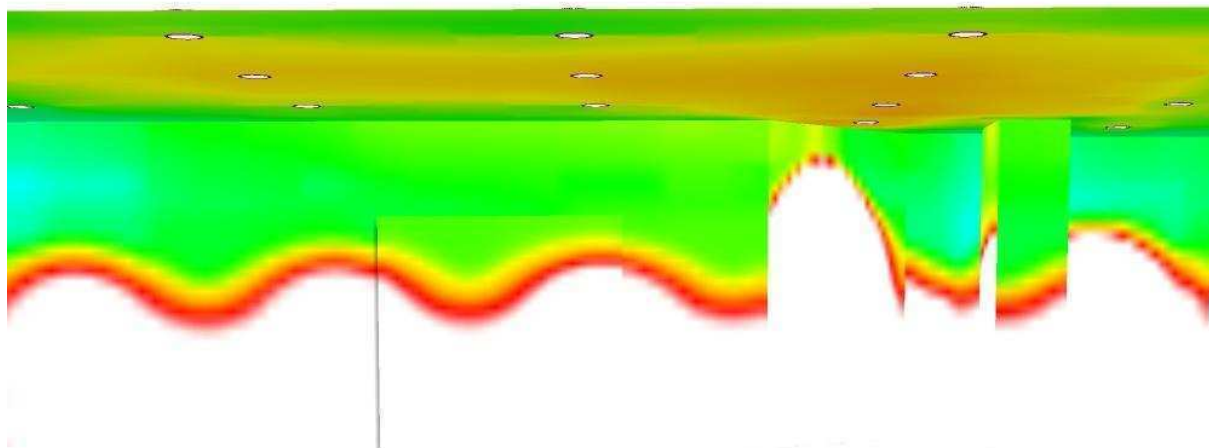


Sala esposizione 10 / Rendering 3D



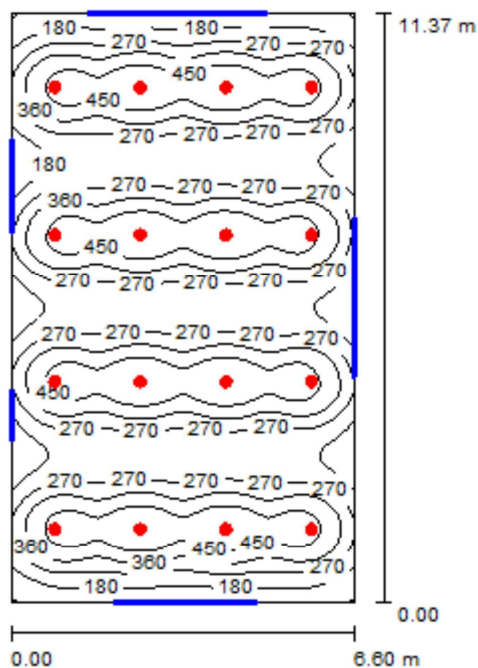


Sala esposizione 10 / Rendering colori sfalsati



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

Sala esposizione 9 / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:146

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	319	85	516	0.265
Pavimento	20	298	118	395	0.398
Soffitto	70	46	32	55	0.697
Pareti (4)	50	76	29	197	/

Superficie utile:

Altezza:	0.850 m
Reticolo:	128 x 128 Punti
Zona margine:	0.000 m

UGR

Parete sinistra	16
Parete inferiore	16
(CIE, SHR = 0.25.)	

Longitudinale-

Trasversale

verso l'asse
lampade

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	16	corpo illuminante LED 26W (1.000)	1847	2000	26.0
Totale:			29560	32000	416.0

Potenza allacciata specifica: $5.54 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 75.04 m^2)



Sala esposizione 9 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 29560 lm
 Potenza totale: 416.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	289	31	319	/	/
Pavimento	265	33	298	20	19
Soffitto	0.00	46	46	70	10
Parete 1	31	40	71	50	11
Parete 2	39	39	78	50	12
Parete 3	31	39	71	50	11
Parete 4	41	40	81	50	13

Regolarità sulla superficie utile

E_{\min} / E_m : 0.265 (1:4)

E_{\min} / E_{\max} : 0.164 (1:6)

UGR

Parete sinistra

Longitudinale-

16

Trasversale

16

verso l'asse
lampade

Parete inferiore

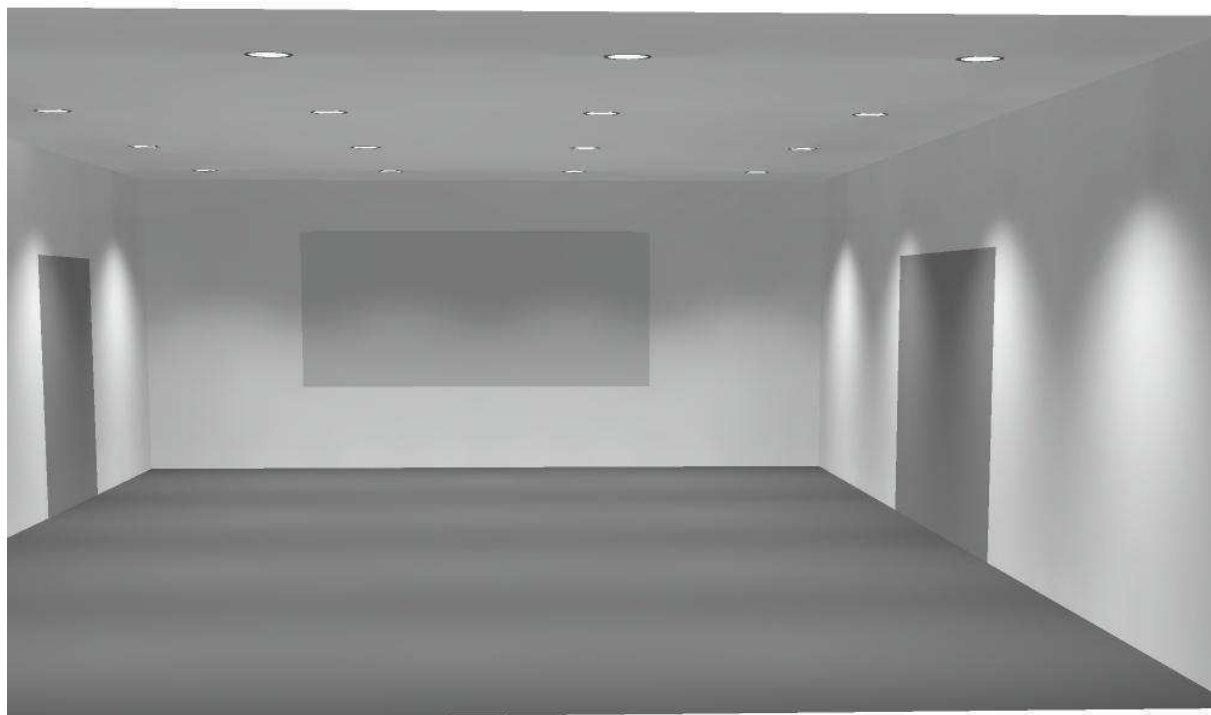
16

16

(CIE, SHR = 0.25.)

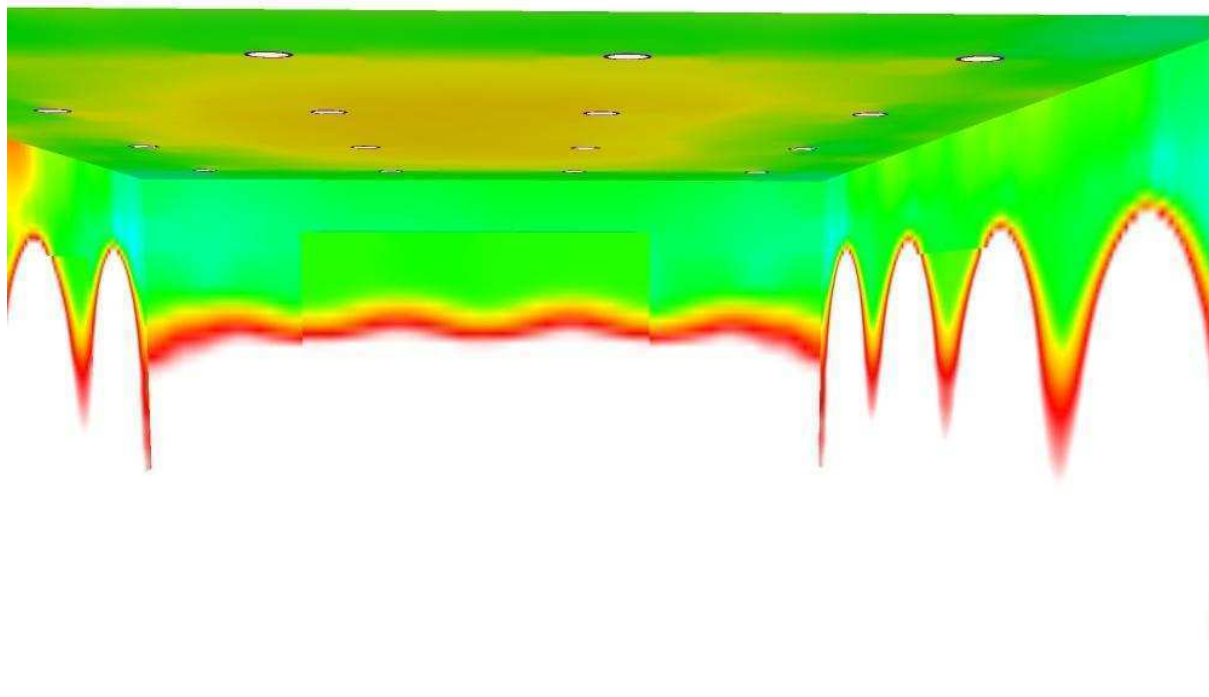
Potenza allacciata specifica: $5.54 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 75.04 m^2)

Sala esposizione 9 / Rendering 3D



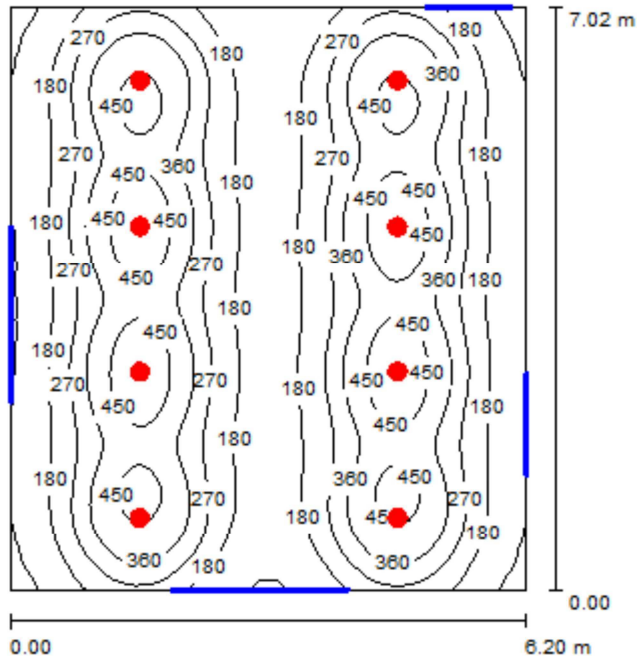


Sala esposizione 9 / Rendering colori sfalsati



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

Sala esposizione 8 / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:91

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	276	63	487	0.230
Pavimento	20	253	94	352	0.369
Soffitto	70	38	25	45	0.656
Pareti (4)	50	63	25	171	/

Superficie utile:

Altezza:	0.850 m
Reticolo:	128 x 128 Punti
Zona margine:	0.000 m

UGR

Parete sinistra	16
Parete inferiore	16
(CIE, SHR = 0.25.)	

Longitudinale-

Trasversale

verso l'asse
lampade

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	8	iGuzzini MB83 Reflex Easy 26W (1.000)	1847	2000	26.0
Totale:			14780	16000	208.0

Potenza allacciata specifica: $4.78 \text{ W/m}^2 = 1.73 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 43.52 m^2)



Sala esposizione 8 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 14780 lm
 Potenza totale: 208.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	249	26	276	/	/
Pavimento	223	30	253	20	16
Soffitto	0.00	38	38	70	8.55
Parete 1	38	35	73	50	12
Parete 2	21	34	54	50	8.62
Parete 3	35	34	69	50	11
Parete 4	22	36	58	50	9.19

Regolarità sulla superficie utile

E_{\min} / E_m : 0.230 (1:4)

E_{\min} / E_{\max} : 0.130 (1:8)

UGR

Parete sinistra

Longitudinale-

16

Trasversale

16

verso l'asse
lampade

Parete inferiore

16

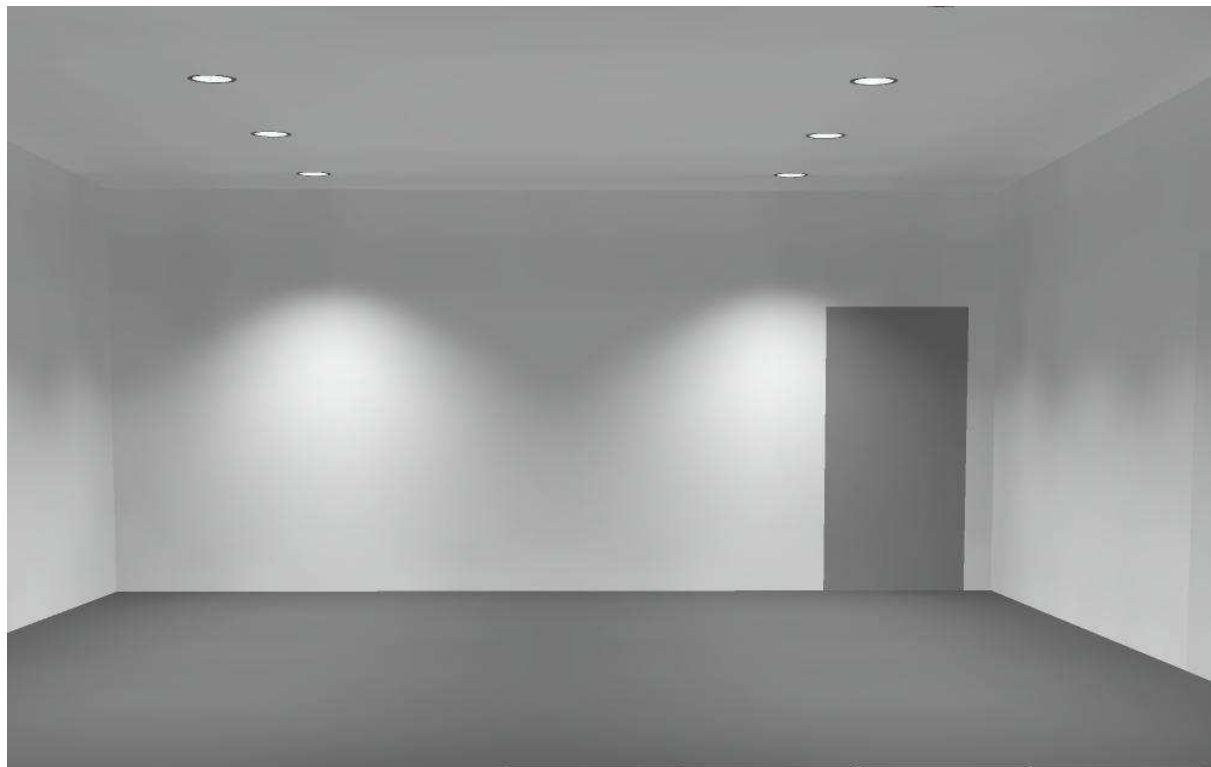
16

(CIE, SHR = 0.25.)

Potenza allacciata specifica: $4.78 \text{ W/m}^2 = 1.73 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 43.52 m^2)

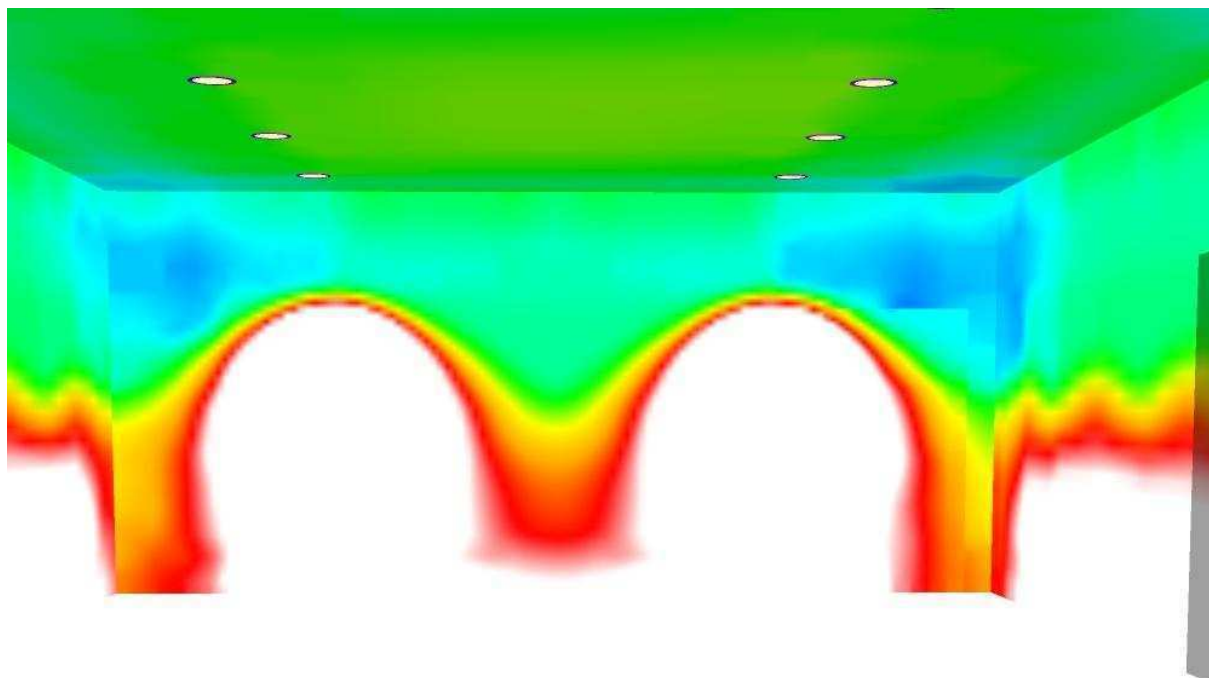


Sala esposizione 8 / Rendering 3D





Sala esposizione 8 / Rendering colori sfalsati



0

10

20

30

40

50

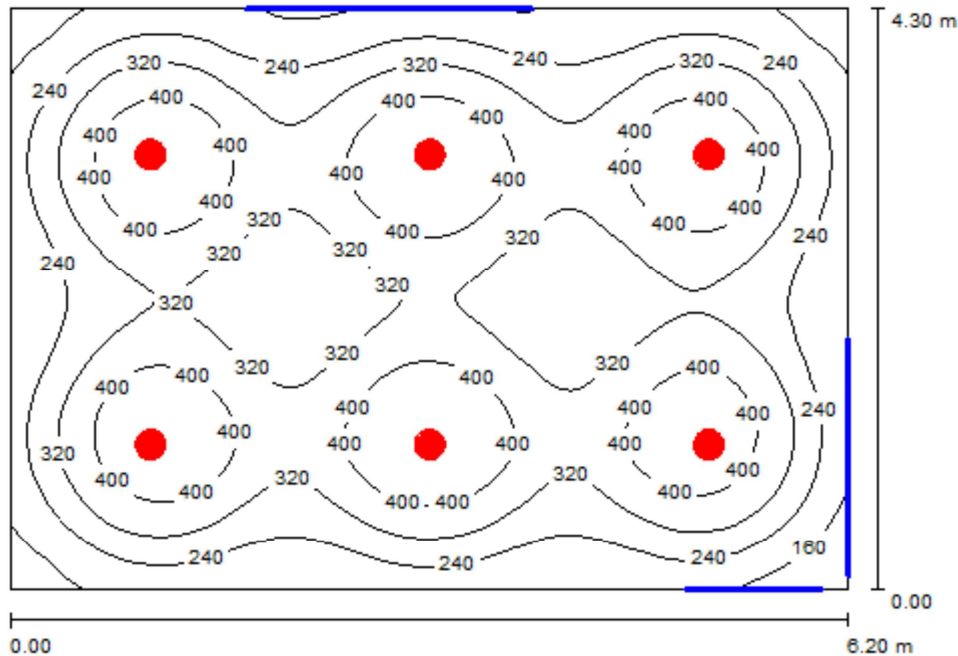
60

70

80

lx

Sala esposizione 7 / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:56

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	317	98	462	0.311
Pavimento	20	280	116	359	0.416
Soffitto	70	39	25	47	0.635
Pareti (4)	50	73	24	139	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 128 x 128 Punti
 Zona margine: 0.000 m

UGR

Longitudinale- Trasversale verso l'asse lampade
 Parete sinistra 16 16
 Parete inferiore 16 16
 (CIE, SHR = 0.25.)

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	6	corpo illuminante LED 26W (1.000)	1847	2000	26.0
Totale:			11085	Totale: 12000	156.0

Potenza allacciata specifica: $5.85 \text{ W/m}^2 = 1.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 26.66 m^2)



Sala esposizione 7 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 11085 lm
 Potenza totale: 156.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	288	28	317	/	/
Pavimento	247	33	280	20	18
Soffitto	0.00	39	39	70	8.73
Parete 1	36	37	73	50	12
Parete 2	31	36	67	50	11
Parete 3	38	37	76	50	12
Parete 4	39	38	77	50	12

Regolarità sulla superficie utile

E_{\min} / E_{\max} : 0.311 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.213 (1:5)

UGR

Parete sinistra

Parete inferiore

(CIE, SHR = 0.25.)

Longitudinale-

16

16

Trasversale

16

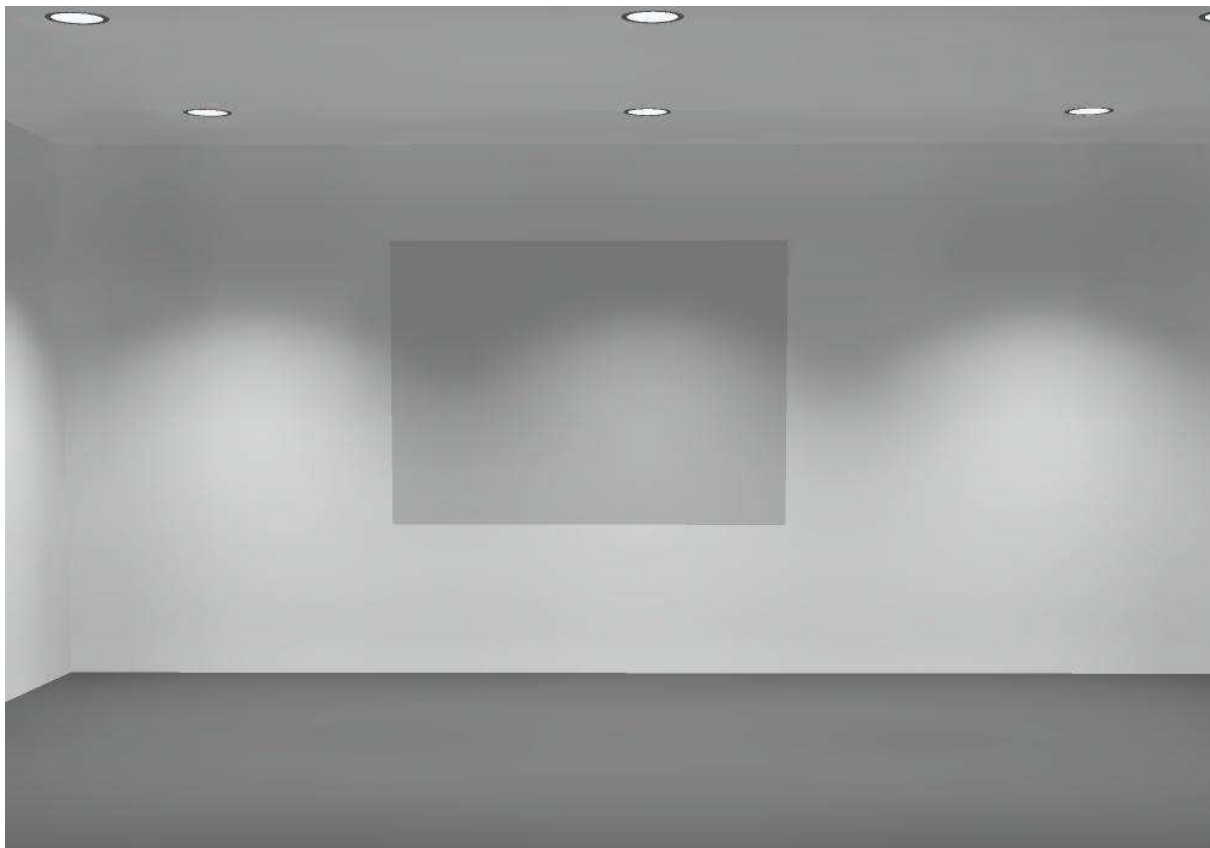
16

verso l'asse
lampade

Potenza allacciata specifica: $5.85 \text{ W/m}^2 = 1.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 26.66 m^2)

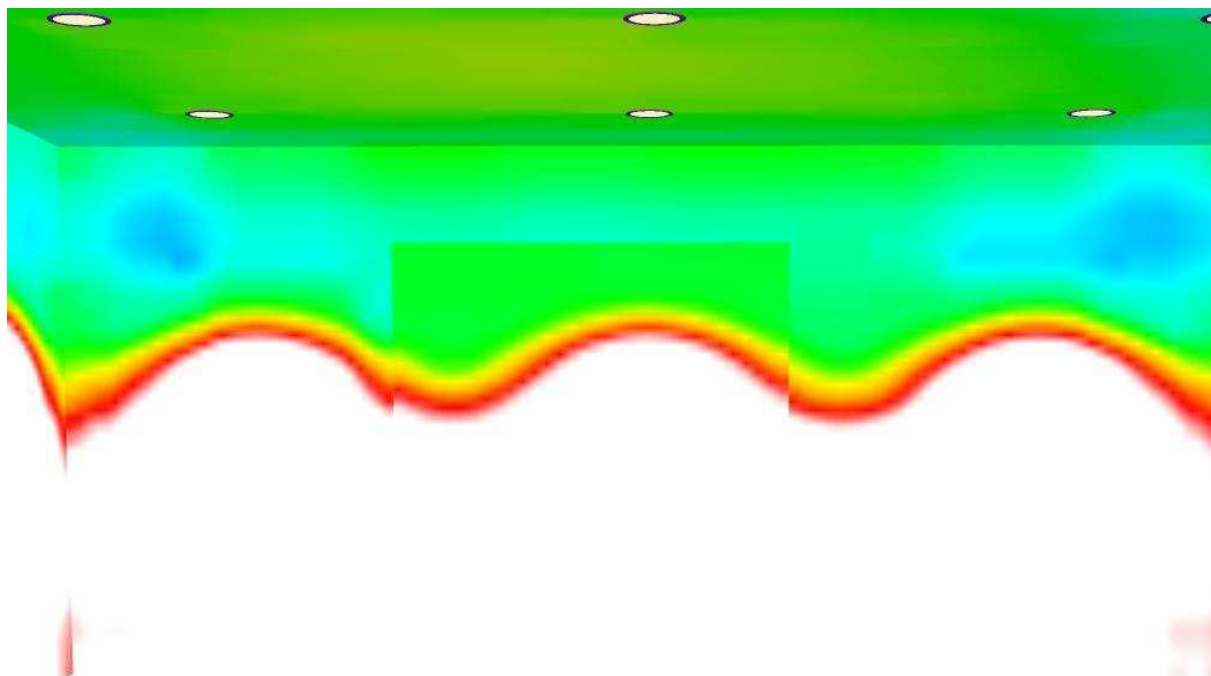


Sala esposizione 7 / Rendering 3D



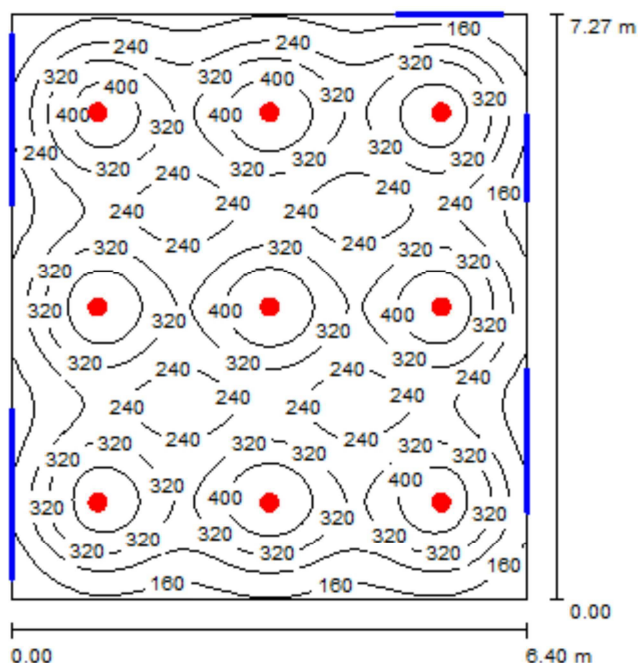


Sala esposizione 7 / Rendering colori sfalsati



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

Sala esposizione 6 / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:94

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	286	85	448	0.298
Pavimento	20	262	110	328	0.422
Soffitto	70	38	25	47	0.651
Pareti (4)	50	65	24	130	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 128 x 128 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	9	corpo illuminante LED 26W (1.000)	1847	2000	26.0
Totale:			16627	18000	234.0

Potenza allacciata specifica: $5.03 \text{ W/m}^2 = 1.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 46.53 m^2)



Sala esposizione 6 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 16627 lm
 Potenza totale: 234.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	260	26	286	/	/
Pavimento	232	29	262	20	17
Soffitto	0.00	38	38	70	8.57
Parete 1	31	34	65	50	10
Parete 2	33	34	66	50	11
Parete 3	28	33	61	50	9.74
Parete 4	32	35	67	50	11

Regolarità sulla superficie utile

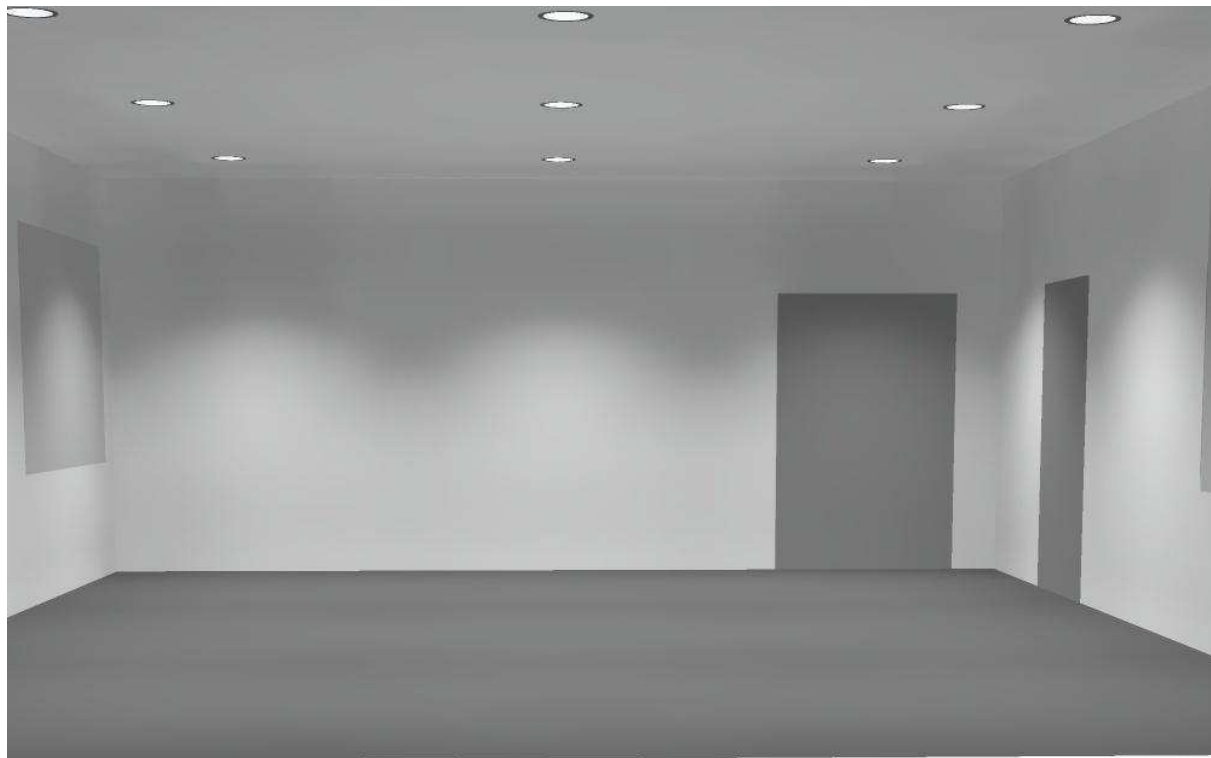
E_{\min} / E_m : 0.298 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.190 (1:5)

Potenza allacciata specifica: $5.03 \text{ W/m}^2 = 1.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 46.53 m^2)

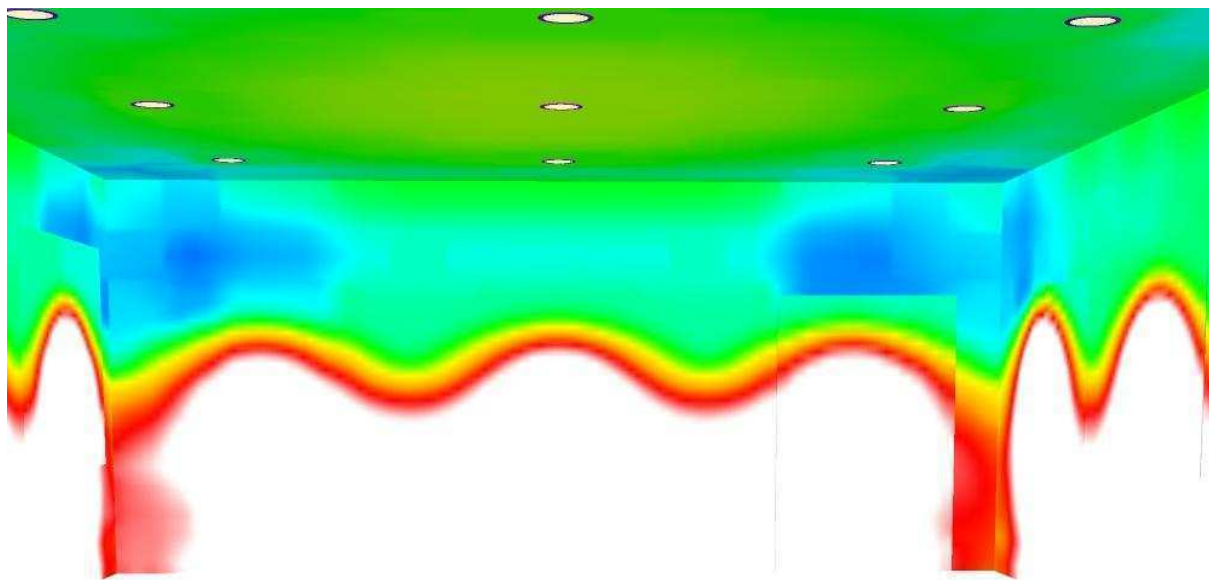


Sala esposizione 6 / Rendering 3D



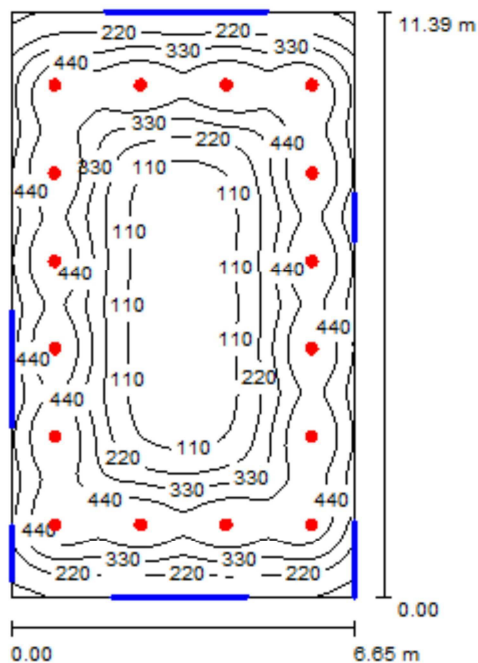


Sala esposizione 6 / Rendering colori sfalsati



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

Sala esposizione 5 / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:147

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	308	32	539	0.104
Pavimento	20	282	82	410	0.291
Soffitto	70	45	31	53	0.676
Pareti (4)	50	88	30	192	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 128 x 128 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	16	corpo illuminante LED 26W (1.000)	1847	2000	26.0
Totale:			29560	32000	416.0

Potenza allacciata specifica: $5.49 \text{ W/m}^2 = 1.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 75.73 m^2)



Sala esposizione 5 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 29560 lm
 Potenza totale: 416.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	276	33	308	/	/
Pavimento	246	35	282	20	18
Soffitto	0.00	45	45	70	10
Parete 1	30	40	70	50	11
Parete 2	61	42	102	50	16
Parete 3	20	43	62	50	9.92
Parete 4	56	41	98	50	16

Regolarità sulla superficie utile

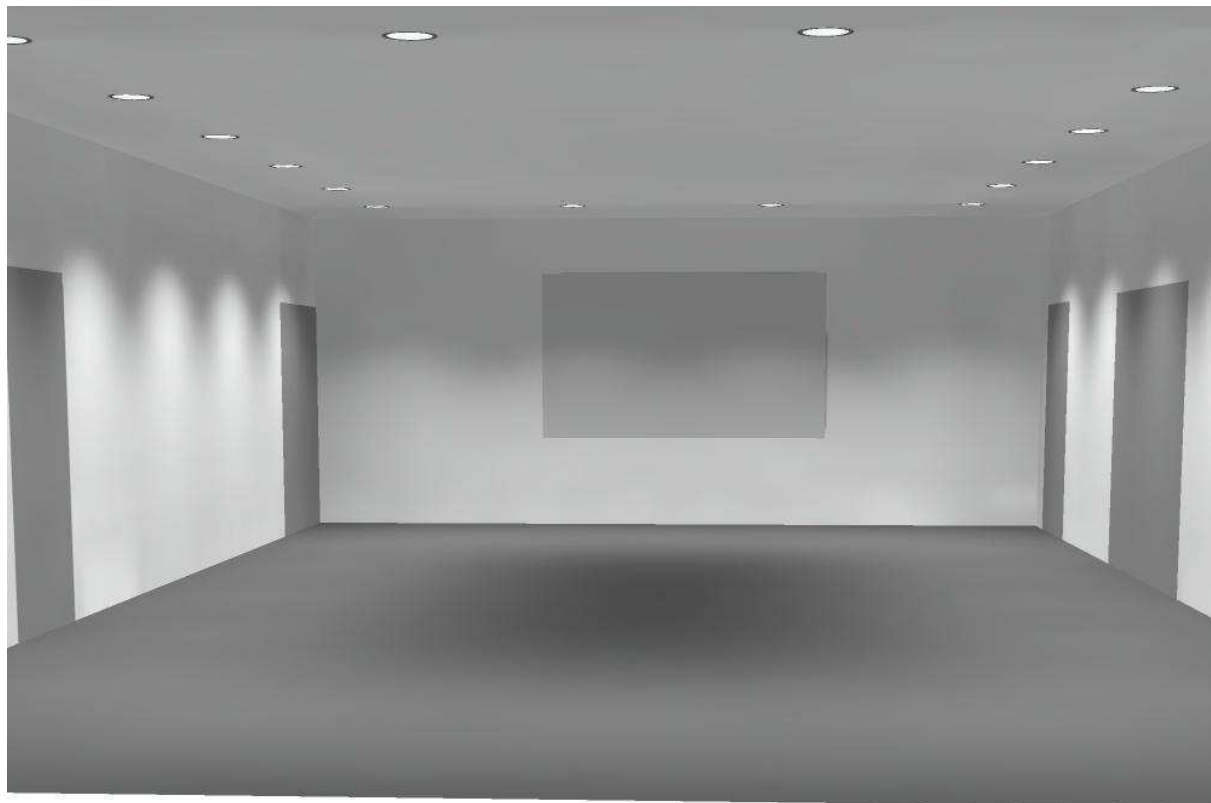
E_{\min} / E_{\max} : 0.104 (1:10)

E_{\min} / E_{\max} : 0.059 (1:17)

Potenza allacciata specifica: $5.49 \text{ W/m}^2 = 1.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 75.73 m^2)

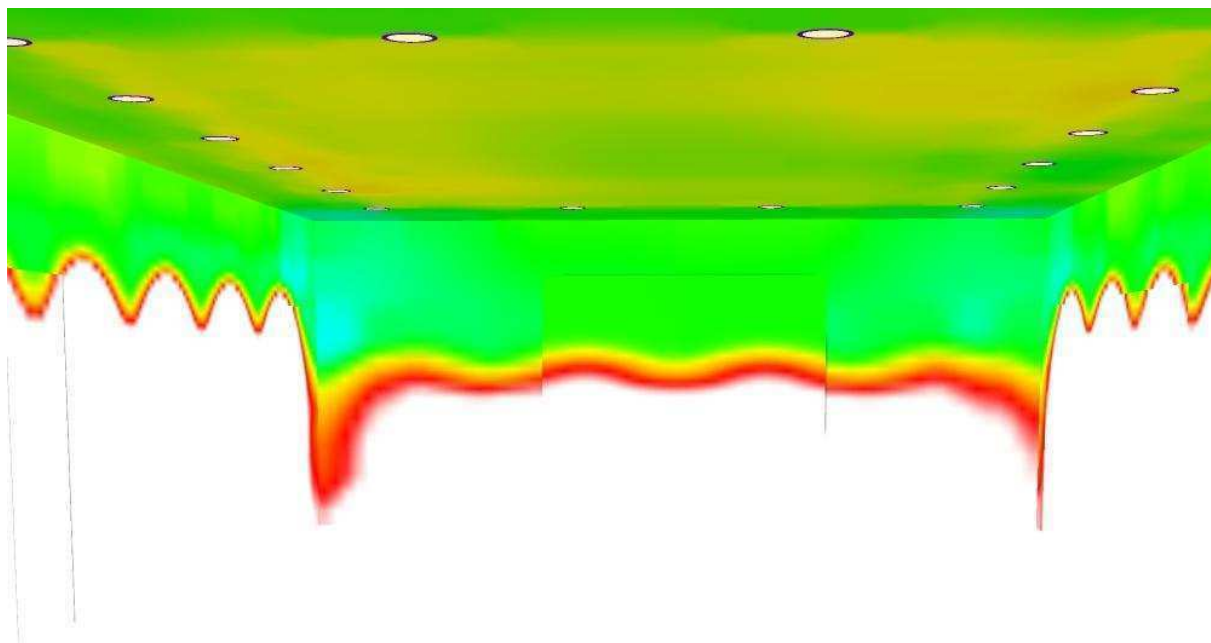


Sala esposizione 5 / Rendering 3D



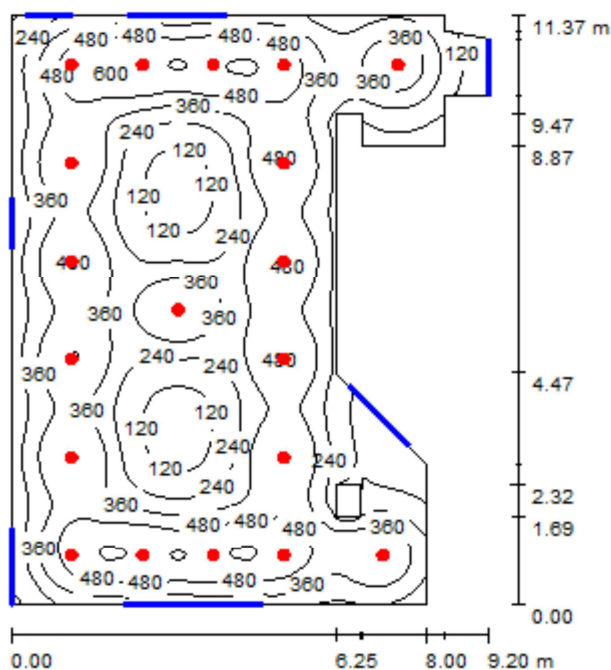


Sala esposizione 5 / Rendering colori sfalsati



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

Sala esposizione 4 / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:146

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	337	28	618	0.084
Pavimento	20	309	68	463	0.219
Soffitto	70	48	21	59	0.436
Pareti (14)	50	82	15	182	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 128 x 128 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	19	corpo illuminante LED 26W (1.000)	1847	2000	26.0
Totale:			35102	38000	494.0

Potenza allacciata specifica: $5.93 \text{ W/m}^2 = 1.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 83.30 m^2)



Sala esposizione 4 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 35102 lm
 Potenza totale: 494.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	303	34	337	/	/
Pavimento	271	38	309	20	20
Soffitto	0.00	48	48	70	11
Parete 1	58	43	100	50	16
Parete 2	39	37	76	50	12
Parete 3	10	36	46	50	7.35
Parete 4	51	47	97	50	16
Parete 5	33	38	71	50	11
Parete 6	13	22	35	50	5.59
Parete 7	17	28	45	50	7.13
Parete 8	19	30	49	50	7.75
Parete 9	11	20	31	50	4.93
Parete 10	4.95	23	28	50	4.40
Parete 11	15	19	34	50	5.37
Parete 12	29	35	63	50	10
Parete 13	56	42	98	50	16
Parete 14	37	45	83	50	13

Regolarità sulla superficie utile

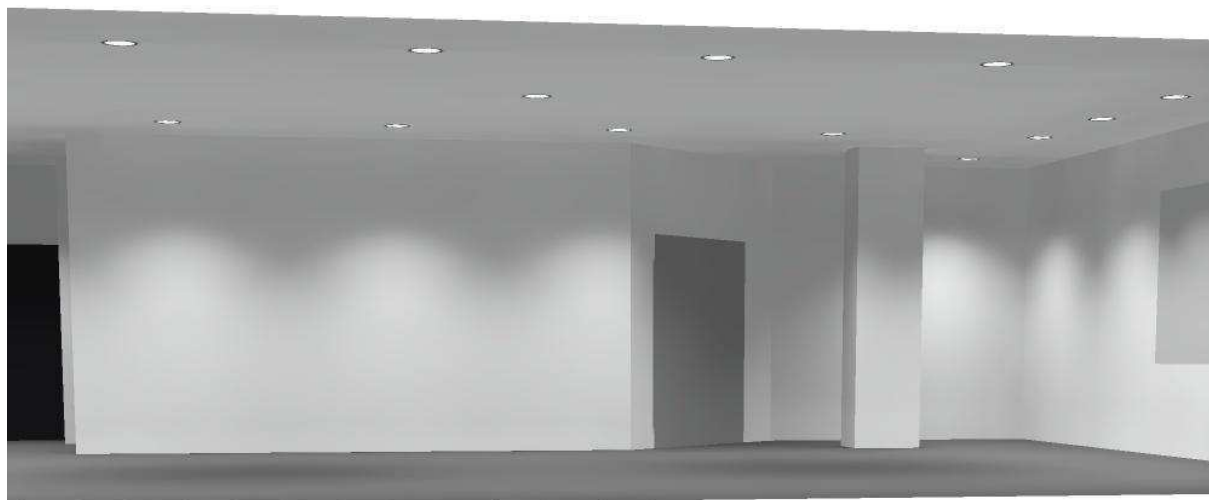
E_{\min} / E_m : 0.084 (1:12)

E_{\min} / E_{\max} : 0.046 (1:22)

Potenza allacciata specifica: $5.93 \text{ W/m}^2 = 1.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 83.30 m^2)

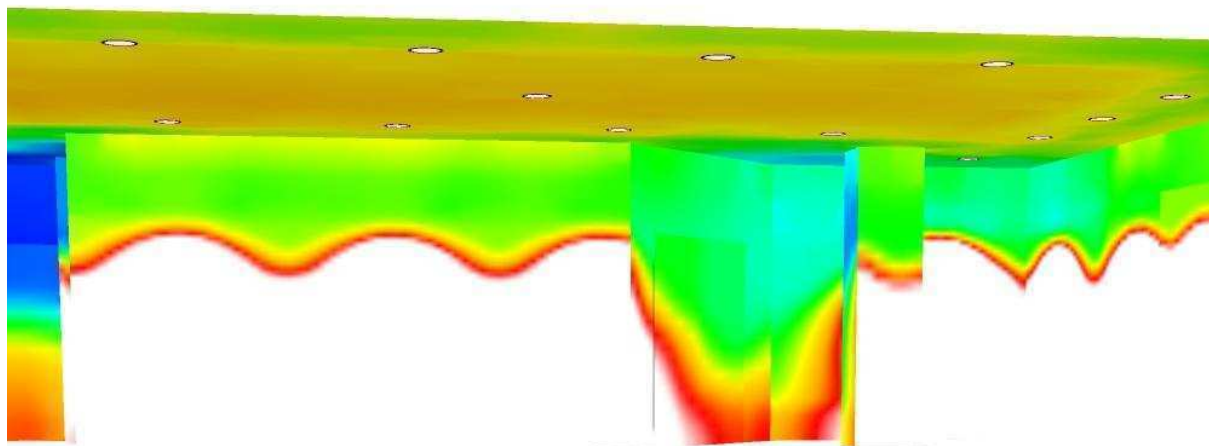


Sala esposizione 4 / Rendering 3D





Sala esposizione 4 / Rendering colori sfalsati



0

10

20

30

40

50

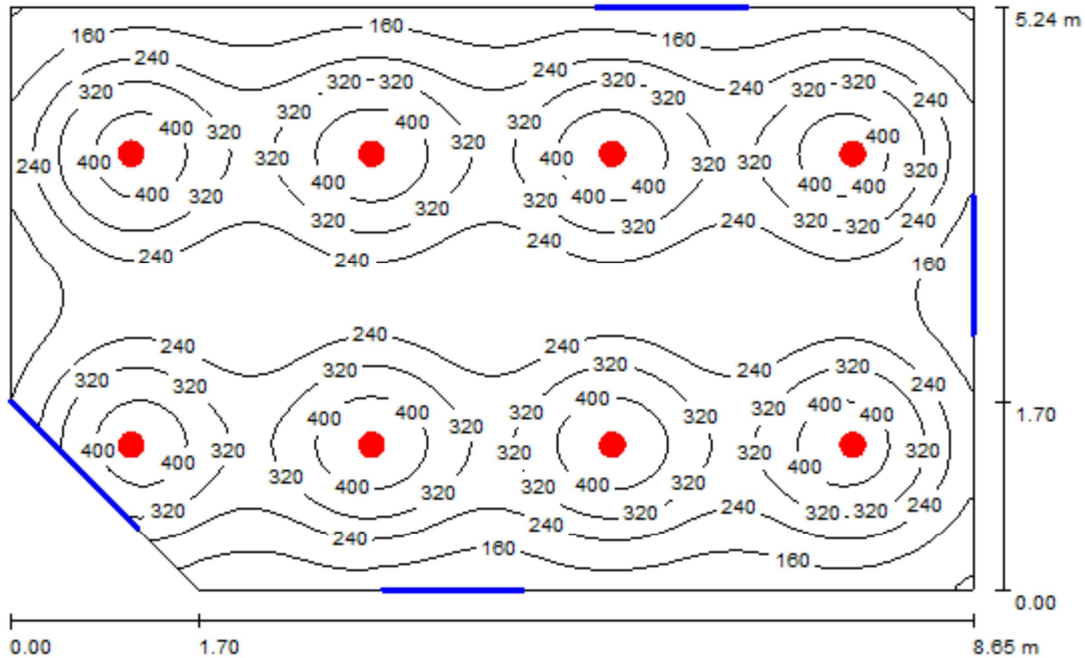
60

70

80

lx

Sala esposizione 3 / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:68

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	266	73	440	0.273
Pavimento	20	242	104	298	0.430
Soffitto	70	36	26	42	0.720
Pareti (5)	50	61	24	463	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 128 x 128 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	8	corpo illuminante LED 26W (1.000)	1847	2000	26.0
Totale:			14780	16000	208.0

Potenza allacciata specifica: $4.74 \text{ W/m}^2 = 1.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 43.92 m^2)



Sala esposizione 3 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 14780 lm
 Potenza totale: 208.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	242	24	266	/	/
Pavimento	215	27	242	20	15
Soffitto	0.00	36	36	70	7.93
Parete 1	25	32	58	50	9.23
Parete 2	30	31	61	50	9.69
Parete 3	27	32	59	50	9.37
Parete 4	30	32	62	50	9.80
Parete 5	50	30	80	50	13

Regolarità sulla superficie utile

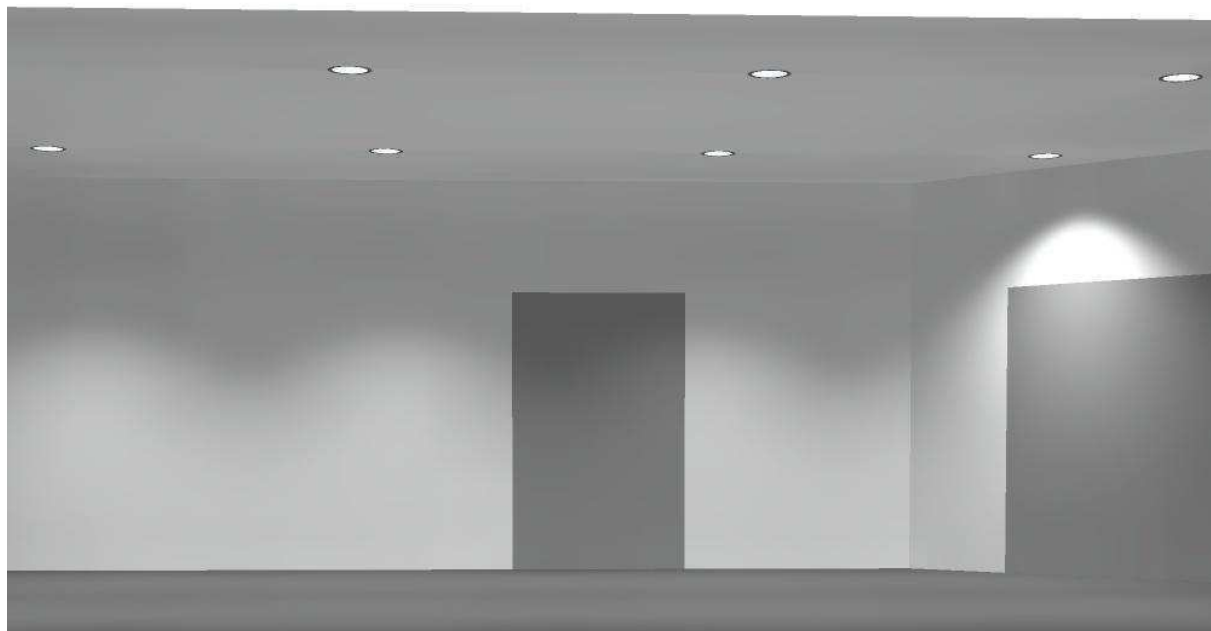
E_{\min} / E_{\max} : 0.273 (1:4)

E_{\min} / E_{\max} : 0.165 (1:6)

Potenza allacciata specifica: $4.74 \text{ W/m}^2 = 1.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 43.92 m^2)

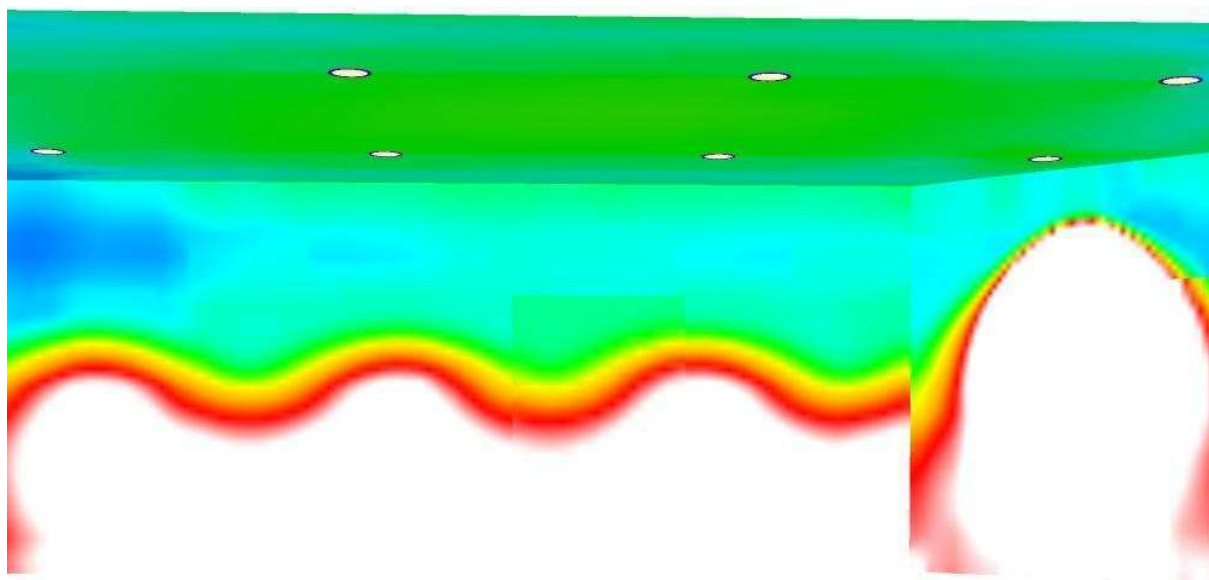


Sala esposizione 3 / Rendering 3D



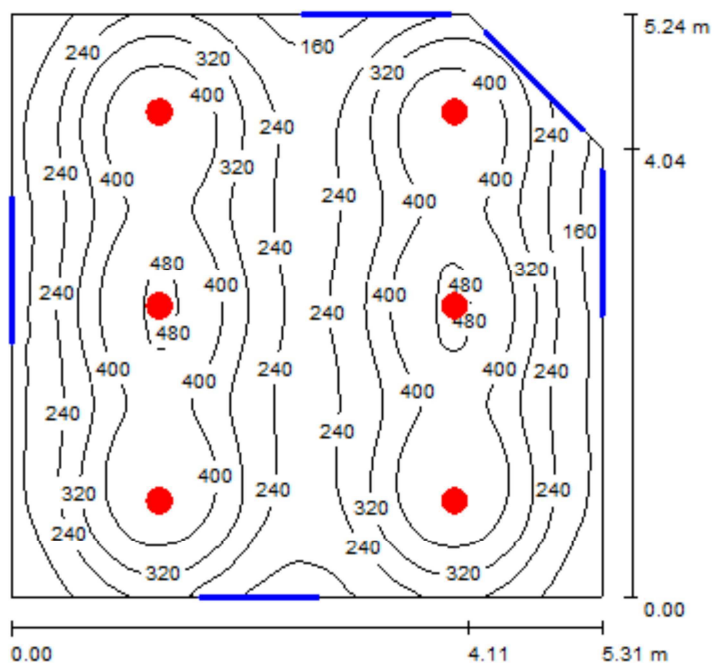


Sala esposizione 3 / Rendering colori sfalsati



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

Sala esposizione 2 / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:68

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	310	91	490	0.295
Pavimento	20	274	121	358	0.443
Soffitto	70	38	28	44	0.736
Pareti (5)	50	70	26	193	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 128 x 128 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	6	corpo illuminante LED 26W (1.000)	1847	2000	26.0
Totale:			11085	12000	156.0

Potenza allacciata specifica: $5.75 \text{ W/m}^2 = 1.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 27.11 m^2)



Sala esposizione 2 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 11085 lm
 Potenza totale: 156.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	283	27	310	/	/
Pavimento	245	30	274	20	17
Soffitto	0.00	38	38	70	8.42
Parete 1	41	35	76	50	12
Parete 2	27	36	63	50	9.97
Parete 3	47	34	81	50	13
Parete 4	40	34	74	50	12
Parete 5	27	35	62	50	9.88

Regolarità sulla superficie utile

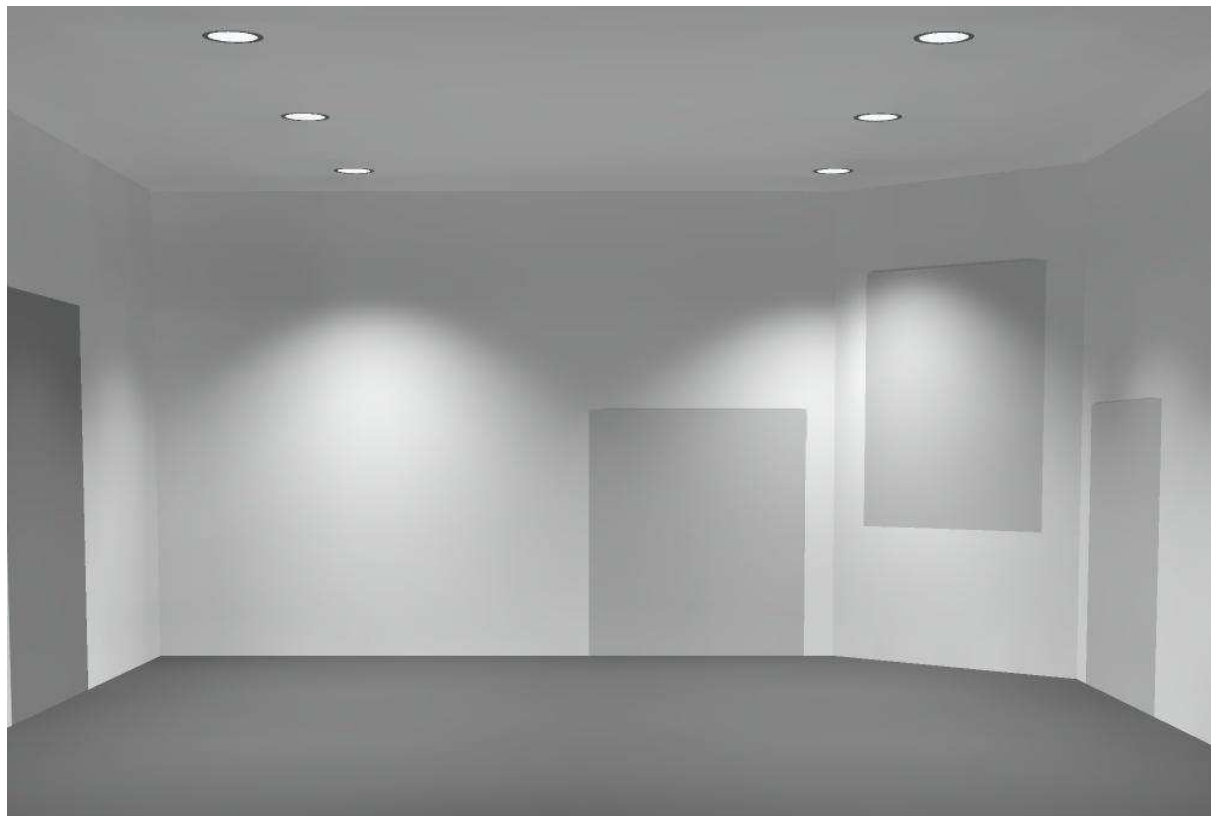
E_{\min} / E_{\max} : 0.295 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.187 (1:5)

Potenza allacciata specifica: $5.75 \text{ W/m}^2 = 1.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 27.11 m^2)

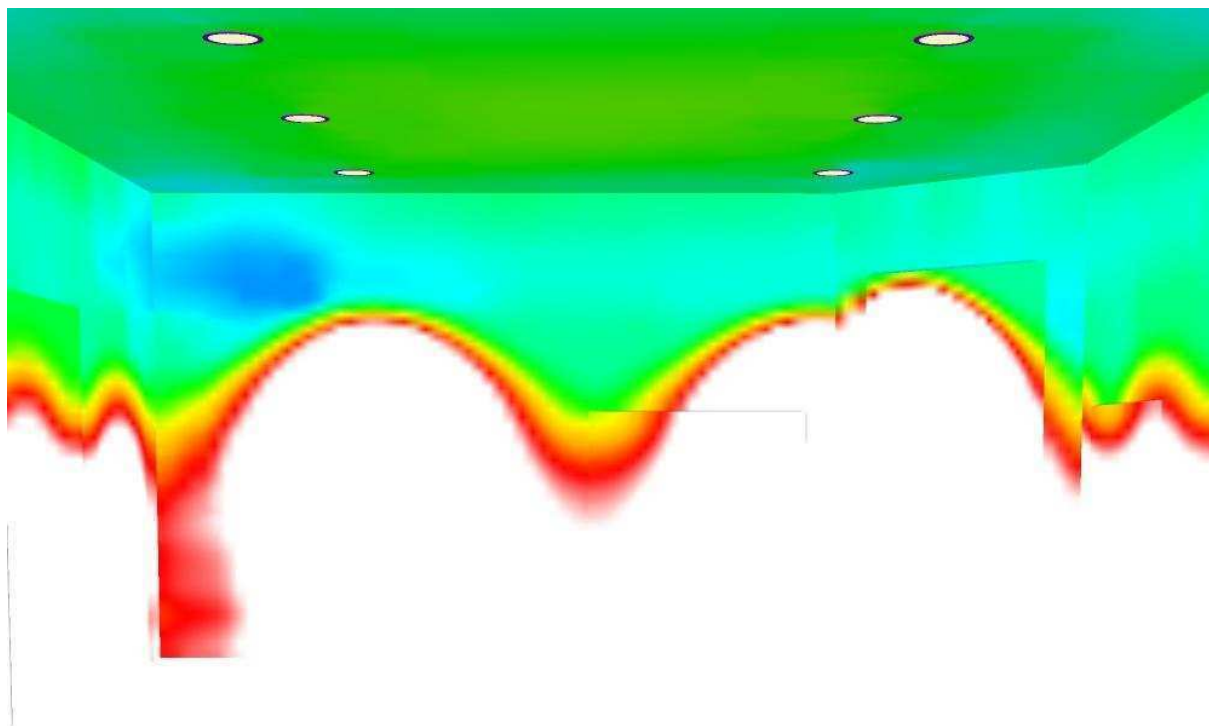


Sala esposizione 2 / Rendering 3D



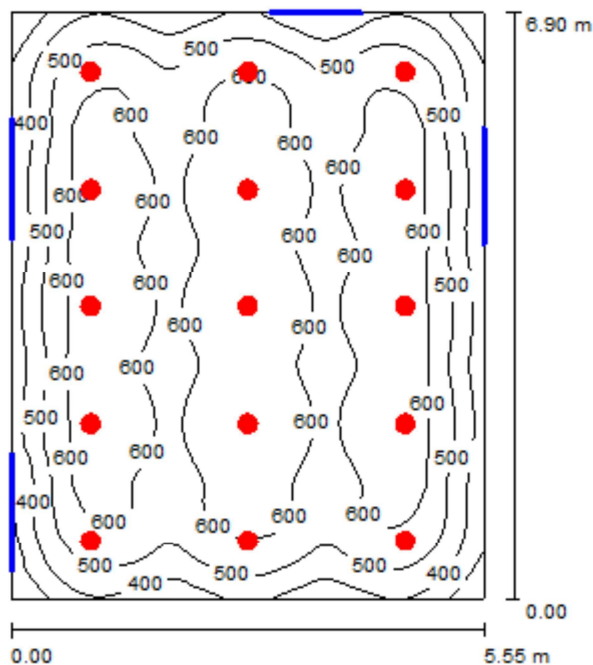


Sala esposizione 2 / Rendering colori sfalsati



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

Sala 1 multimediale / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:89

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	553	216	700	0.390
Pavimento	20	502	233	648	0.463
Soffitto	70	77	56	91	0.726
Pareti (4)	50	139	52	292	/

Superficie utile:

Altezza:	0.850 m
Reticolo:	128 x 128 Punti
Zona margine:	0.000 m

UGR

Parete sinistra	16
Parete inferiore	16
(CIE, SHR = 0.25.)	

Longitudinale-	Trasversale	verso l'asse lampade
16	16	
16	16	

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	15	corpo illuminante LED 26W (1.000)	1847	2000	26.0
Totale:			27712	30000	390.0

Potenza allacciata specifica: $10.18 \text{ W/m}^2 = 1.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 38.29 m^2)



Sala 1 multimediale / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 27712 lm
 Potenza totale: 390.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	497	57	553	/	/
Pavimento	443	60	502	20	32
Soffitto	0.00	77	77	70	17
Parete 1	79	68	147	50	23
Parete 2	67	69	135	50	22
Parete 3	77	67	144	50	23
Parete 4	61	70	131	50	21

Regolarità sulla superficie utile

E_{\min} / E_m : 0.390 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.308 (1:3)

UGR

Parete sinistra

Parete inferiore

(CIE, SHR = 0.25.)

Longitudinale-

16

16

Trasversale

16

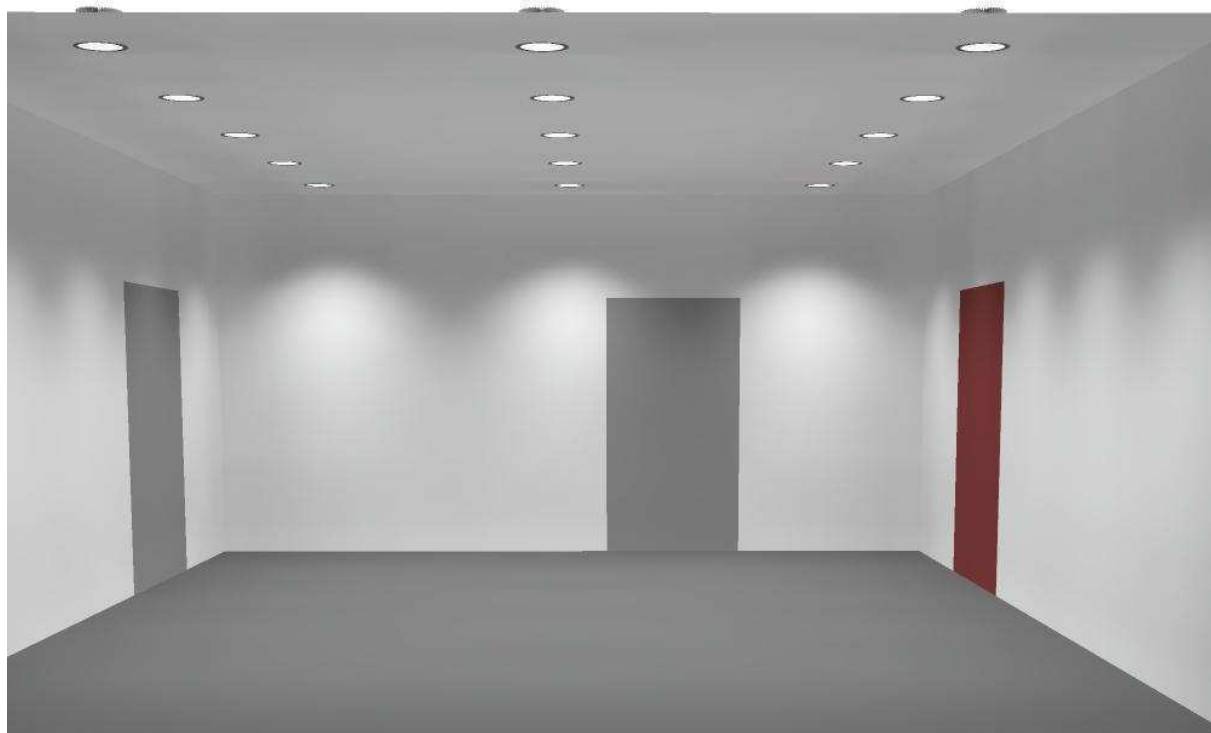
16

verso l'asse
lampade

Potenza allacciata specifica: $10.18 \text{ W/m}^2 = 1.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 38.29 m^2)

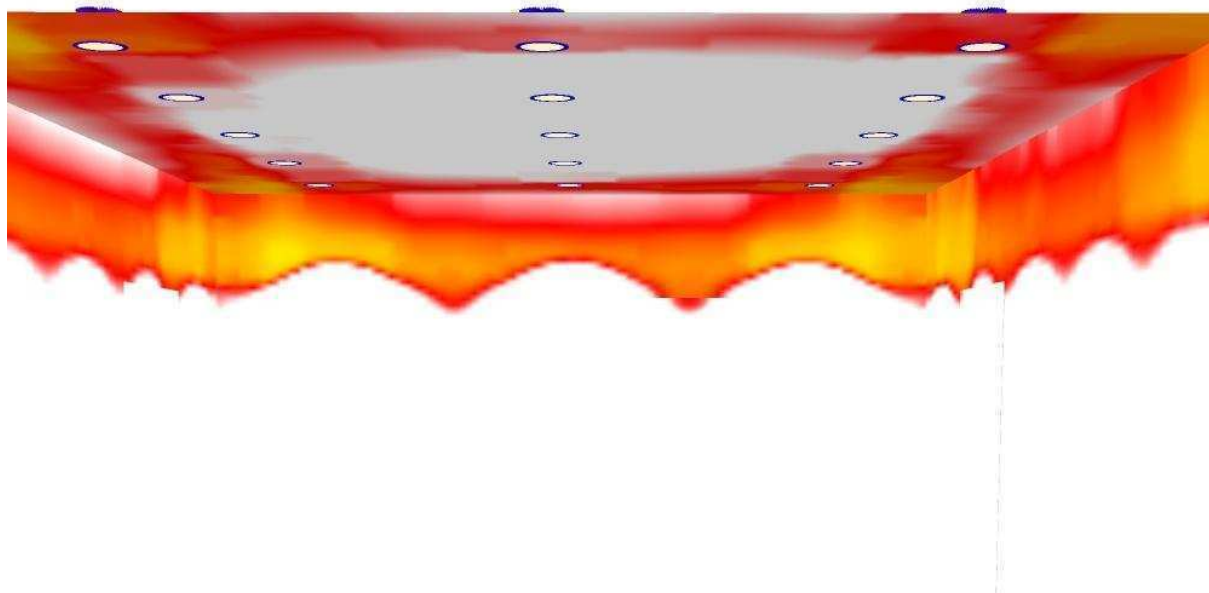


Sala 1 multimediale / Rendering 3D





Sala 1 multimediale / Rendering colori sfalsati



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx